

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

**IMPACT D'UN ENTRAÎNEMENT D'EFFORTS MAXIMAUX
COMBINÉS À DES JEUX RÉDUITS SUR L'HABILETÉ À ENCHAÎNER DES
SPRINTS ET FORCES EXPLOSIVES RÉPÉTÉS**

**MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE**

**PAR
ZIAD SEFI**

MAI 2017

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus profonds à toute personne qui m'a aidé, de proche ou de loin, à élaborer ce modeste travail et tous particulièrement :

A mon directeur de recherche :

M. Alain Steve Comtois

Et mon encadreur

M. Pierre Sercia

Aux membres du jury, qui me font un grand honneur en acceptant de juger ce travail.

Veillez bien trouver ici l'expression de mon estime et de ma profonde gratitude.

Je remercie tous les professeurs du département de science de l'activité physique qui ont contribué à ma formation durant mes années d'études.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX	viii
RÉSUMÉ	x
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE	1
1.1. Sprints et Forces explosives répétés, sujet d'actualité en physiologie de l'effort	2
1.2. Peu de recherches scientifiques sur les méthodes d'amélioration de la qualité de sprints répétés.....	2
1.3. Importance de l'entraînement de sprints et forces explosives répétés dans les sports de type intermittent en général et spécifiquement en football	4
1.4. Importance du choix d'entraînement pour répondre aux spécificités et la nature de chaque sport.....	5
1.5. Importance de l'étude.....	7
HYPOTHESE.....	7
CHAPITRE II	
CADRE THÉORIQUE	9
2.1. Habileté à répéter des sprints (en anglais Repeated Sprint Ability, RSA).....	9
2.2. Importance de la RSA et les forces explosives répétés surtout en football ..	9
2.3. La « Repeated Sprint Ability » (RSA) et les sports intermittents	11
2.3.1. En football.....	11
2.4. Apport des jeux réduits avec ballon sur la performance sportive	

en football.....	14
2.5. La nature de l'exercice physique et l'intensité dans le football	17
2.6. Importance de la force et la vitesse dans le football	18
2.7. Force maximale.....	22
2.8. Les méthodes de l'amélioration de la force maximale	23
2.8.1. Méthode des efforts répétés	24
2.8.2. Méthode Bulgare.....	24
2.8.3. Méthode des efforts maximaux.....	25
2.8.4. Méthode 120/80	25
2.8.5. Méthode pliométrique	25
2.8.6. Méthode combiné	25
2.9. Avantages et inconvénients des différentes méthodes utilisées	25
2.9.1. Les méthodes utilisant un régime de contraction concentrique ..	26
2.9.2. Les méthodes utilisant un régime de contraction isométrique	27
2.9.3. Les méthodes utilisant un régime de contraction excentrique	27
2.9.4. Les méthodes utilisant un régime de contraction " stato-dynamique "	28
2.10. Les méthodes de développement de la force	29
2.10.1. La méthode des efforts maximaux	29
2.10.2. La méthode des efforts répétés.....	31
2.11. Suivi des intensités d'entraînement.....	31
2.12. Importance de l'entraînement à l'explosivité (d'entraînement Pliométrique)	32
2.13. Importance de la pliométrie dans le football.....	34
2.14. Importance de la pliométrie dans le football	35
CHAPITRE III	
MÉTHODOLOGIE	37
3.1. Tests de laboratoire	37
3.1.1 Saut vertical.....	37

3.1.2.	Procédure du déroulement des sauts verticaux	37
3.2.	Session RPE	38
3.3.	Les Participants	40
3.3.1.	Critères d'inclusion	40
3.3.2.	Critères d'exclusion	40
3.4.	Le schéma expérimental et analyses statistiques	41
3.4.1.	Test de détente verticale	41
3.4.2.	Test de 5 sauts	42
3.4.3.	Test de sprints répétés	42
3.5.	L'intervention d'entraînement	43
3.6.	Entraînement d'effort explosif maximal	43
3.7.	Entraînement régulier	46
CHAPITRE IV		
RÉSULTATS		49
4.1.	Les tests d'explosivité	49
4.2.	Test des sprints répétés	54
CHAPITRE V		
DISCUSSION		56
5.1.	Les limites	60
CONCLUSION		1
BIBLIOGRAPHIE		
APPENDICE		1
Certificat d'éthique.....		1

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
2.1 Physical demands of different positions in FA Premier League soccer (D'après Bloomfield 2007).....	10
2.3 La Pyramide de Qualité (D'après Cometti, 2007)	21
2.4 Les méthodes d'entraînement de la force (D'après Zatsiorsky, 1966)	29
3.1. Accéléromètre (Myotest SA, Sion, Switzerland).....	38
3.2 Échelle de Borg CR-10 de Foster et al. (2001)	39
3.3 Schéma expérimental force explosif répété et jeux avec ballon sur surface réduite.	45
4.1. Comparaisons des résultats Pré-test et Post-test du saut vertical (SJ) intra-groupe et intergroupe.	50
4.1. Comparaisons des résultats Pré-test et Post-test du saut vertical (SJ) intra-groupe et intergroupe.	51
4.1. Comparaisons des résultats Pré-test et Post-test du saut vertical (SJ) intra-groupe et intergroupe.	52

4.4 Résultats de l'évolution des sprints répétés dans le groupe témoin vs le groupe expérimental.....	54
---	----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.3 Effects of repeated Sprint and Speed-endurance training on physiological adaptation and performance in football players (Small sided games vs. Generic training in aerobic fitness development 2011) (D'après le journal Professional Soccer Coaching 2011).....	13
2.4 Effect of aerobic high-intensity training performance or soccer ball dribbling on physiological adaptation and performance in football player (Small sided games vs. Generic training in aerobic fitness development, 2011) (D'après le journal Professional Soccer Coaching, 2011).....	16
3.1 Exemple d'un microcycle de compétition, (D'après FIFA, Planification d'entraînement, 2011).....	47
4.1: Comparaison des valeurs (moyenne; écart-type) intra-groupe (résultats Pré-test Vs Post-test dans le même.....	49

RÉSUMÉ

L'objectif de la présente recherche est d'étudier l'importance et l'impact de l'entraînement de la force, la puissance musculaire des membres inférieurs et l'aptitude à répéter des sprints linéaire chez les footballeurs élites et leur capacité à maintenir le même niveau de performance en sprint répétés ou l'améliorer ainsi que leur explosivité.

Vingt-quatre footballeurs d'élite de 18 ans et plus ont été divisés dans un ordre randomisé en deux groupes un groupe témoin et un groupe expérimental, les deux groupes ont effectués une séquence de 6 sprints répétés, linéaires (20 m) comme partie de la mesure pré-test. Ce type d'exercice consiste à la répétition de 6 sprints (6 x 20-m/24-sec) linéaires. La force et la puissance explosive étaient évaluées à l'aide d'un accéléromètre (Myotest) au cours d'un test de détente verticale de type Squat Jump (90°). Ces mesures étaient complétées par une mesure de la perception de l'effort sur l'échelle de Borg (Session RPE).

Après six semaines de d'entraînement en pliométrie et force explosive répétés pour le groupe expérimental tous les participants ont été regroupés pour aussi effectuer les mêmes traitements.

La force et la puissance musculaire mesurées avec le Myotest à travers le squat jump (SJ), le contremouvement jump (CMJ) et le test de 5 jumps sont de meilleurs prédicteurs de l'aptitude à répéter des sprints linéaires en se basant sur la présente étude. Décidément, nous concluons que l'aptitude à répéter des sprints linéaires et l'aptitude à répéter des mouvements de force explosive est une habileté motrice de très grande importance dans la pratique du football.

Les résultats obtenus mettent de l'avant qu'un protocole tel que celui proposé ici permet d'améliorer la qualité physique de capacité à répéter des sprints ($P < 0.001$), tout en restant dans un type de travail relativement proche de la réalité du terrain et les exigences de cette discipline. Effectivement, la pliométrie et l'entraînement en

force explosive répétée poursuivis par des séquences de jeux réduits avec ballon est une méthode mettant en jeu le cycle étirement-détente du muscle et favorise la répétition des mouvements spécifiques au football ainsi que maximiser le temps d'engagement moteur. Ainsi, ce travail s'avère de grande importance à mettre en place pour des athlètes pratiquant des sports à caractère intermittent notamment au football. De plus, notre protocole a également permis d'améliorer la vitesse maximale de course sur une répétition ($P < 0,05$) et la hauteur maximale de saut avec ou contre-mouvement préalable (SJ, CMJ) ainsi que dans le test de 5 sauts.

MOTS-CLÉS : entraînement, pliométrie, saut vertical, jeux réduits, sprint, vitesse, forces explosives.

INTRODUCTION

Dans la pratique du sport de haut niveau les questions que les entraîneurs ainsi que les chercheurs ne cessent de se poser sont: Comment peut-on améliorer la performance des athlètes?

Comment aider mon athlète à se surpasser et dépasser ses performances?

Comment amener mon athlète à garder la même qualité d'engagement physique et la même efficacité dans les différents mouvements exercés tout au long de la pratique sportive?

Au-delà des séances d'entraînements axées sur les gestes techniques et les combinaisons tactiques, dans chaque sport il paraît évident que d'accroître ses propres capacités physiques est un facteur important afin d'atteindre la haute performance.

L'analyse de la structure temporelle (time motion analysis) des activités sportives à caractère intermittent a montré que ces dernières sont caractérisées par de fréquentes actions de sauts, de sprints et de changements de direction alternées par des activités de marche ou de course à faible intensité (Bishop, 2011). Les auteurs considèrent qu'il est plus intéressant de développer la puissance maximale aérobie que les qualités d'explosivité ou de vitesse maximale car les phases les plus longues au handball par exemple sont la marche, la course lente et la course rapide (environ 81% du temps total), le sprint ne représentant que 7% du temps total (Sibila *et al.* 2004).

Dans la même étude on constate que la récupération entre les répétitions de haute intensité a été de nature passive ce qui vient en accord avec d'autres études (Buchheit, 2009) où il a été démontré que le temps de récupération était plus long lorsque les exercices intermittents étaient entrecoupés de récupération active par rapport au temps de récupération passive. Par conséquent, lors des actions intermittentes brèves entrecoupées par de courtes périodes de récupération, la récupération passive permet

de maintenir l'exercice plus long temps que lorsque la récupération est active (Dupont, 2005).

Il a été montré également que les sprints jouent un rôle déterminant dans la performance, bien qu'ils ne représentent qu'un faible pourcentage de la distance totale parcourue durant la compétition (Stolen et Chammari, 2005)

Une question générale qui se pose est comment maintenir un niveau de répétition d'actions explosives (sprints, frappes, démarrages, sauts, enchaînements brefs) le plus élevé possible pendant la compétition.

Selon (Sheppard et Young, 2006), la performance au sprint dans les sports collectifs n'est pas seulement liée aux composantes de la vitesse (l'accélération, la vitesse maximale et le maintien de vitesse), mais aussi à la faculté de l'athlète à changer le plus rapidement possible de direction sur des distances variées sans perte d'équilibre et de vitesse.

Les sports collectifs nécessitent l'exécution d'actions intenses courtes et enchaînées décalées par des intervalles de repos.

Ce genre de sport demande des qualités de force, de vitesse et de résistance « à répétition » ce que Cometti (2003) de la faculté des sciences du sport Dijon-France, appelle «la notion de résistance à la vitesse», en fait, cette expression aurait avantage à être reprise de la façon suivante : « L'endurance à la vitesse». D'ailleurs, Bishop (2004) de l'université de Western Australia de Perth (Australie) a créé la notion de « Repeated Sprint Ability » (RSA) que nous pouvons traduire par « aptitude à répéter des sprints » pour palier à la complexité de cette notion.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

1.1.Sprints et Forces explosives répétées : un sujet d'actualité en physiologie de l'effort

Les recherches scientifiques les plus récentes dans le domaine de la physiologie de l'effort (Bishop, 2012; Bucheit, 2012; Spencer, 2005) s'orientent vers les méthodes d'amélioration de la performance sportive et prennent comme objectif d'investigation, l'optimisation et la maintenance des qualités et habiletés physiques sur la longue durée, de façons à retarder l'effet de la fatigue.

L'une des habiletés physiques qui constituent un facteur déterminant de la performance sportive est la capacité d'enchaîner des sprints et des mouvements courts et rapides de nature forces explosives sans perdre de qualité (la qualité du geste technique et vitesse d'exécution des sprints) ni d'efficacité (le niveau d'engagement physique et la distance parcourue) (Bishop, 2011).

La question reste toujours de trouver les méthodes d'entraînement scientifiquement validées qui mènent à améliorer ces qualités. De là, la problématique de ce projet, comment améliorer la capacité de l'athlète à enchaîner des sprints courts (<10m) et réaliser des mouvements forts et rapides (explosives) durant la compétition sans perte de qualité ni efficacité.

1.2. Peu de recherches scientifiques sur les méthodes d'amélioration de la qualité des sprints et forces explosives répétées surtout en football

Il y a eu peu de recherches sur les meilleures méthodes d'entraînement pour améliorer la repeated sprint ability (RSA). En l'absence de preuves scientifiques solides, deux théories principales de l'entraînement ont vu le jour. L'une est basée sur la notion de spécificité de l'entraînement et démontre que la meilleure façon d'améliorer la RSA consiste à effectuer des sprints répétés. La seconde propose que les interventions d'entraînements qui ciblent les principaux facteurs limitant la RSA peut-être une approche plus efficace ainsi travailler sur l'amélioration de la force explosive, (Bishop, 2011).

D'autre part il a été démontré suite à une étude de (Buchheit, 2010) qu'un entraînement de force explosive peut mener à une amélioration des deux qualités à savoir enchaîner des sprints et enchaîner des mouvements explosifs de qualité presque constante ainsi l'athlète ne perd pas sa vitesse ni son explosivité au court des répétitions, d'autres études comme celles de Hill-Hass (2009) et Owen et al (2012) ont montré que les jeux réduits peuvent aussi améliorer la capacité d'enchaîner des sprints ainsi que des actions brèves et rapides (forces explosives) à répétition des sprints. Dans la littérature il y a seulement trois recherches qui ont été menées sur l'effet des jeux sur surface réduite sur l'habileté à faire des sprints répétés. Il est à noter qu'on s'intéresse seulement à des recherches qui prennent l'habileté à faire des sprints répétés comme objectif premier et que l'intensité requise est celle qui s'approche le plus du caractère intermittent fort et intense de la discipline sportive, on parle ici d'une intensité de 90-95% FC max.

Les trois recherches sont :

1. (Buchheit et al 2009): Game based training in young elite handball players.
2. (Hill-Hass, 2009): Generic versus small-sided game training in soccer 2009.

3. La plus récente étude est celle de (Owen et al, 2012). Effects of a periodized small-sided game training intervention on physical performance in elite

Ainsi la recherche de (Buchheit et al 2009) s'est déroulée avec des joueurs de handball tandis que les deux autres recherches (Hill-Hass, 2009) et (Owen et al, 2012) étaient dans le but de démontrer l'importance des jeux sur surface réduite dans la préparation physique d'avant saison sportive, mais pas sur la RSA.

Toutefois, des études sur l'effet des jeux réduits avec ballon sur ces qualités physiques, aux meilleures de nos connaissances, sont très rares. Donc, la combinaison des deux méthodes : jeux réduits avec ballon et forces explosives répétées n'a pas été la priorité des sujets des chercheurs, d'où l'importance de ce projet.

L'essentiel du débat quant à l'entraînement de force ne tourne seulement pas autour des 3 méthodes de Zatsiorsky (1966) celui qui a posé les bases de la musculation. Pour lui les deux orientations principales sont le développement de la force maximale et celui de la masse musculaire pour l'amélioration de la qualité de la force, mais aussi sur la détermination de la charge optimale avec laquelle l'athlète peut s'entraîner afin d'assurer une amélioration significative de sa performance. Il est cependant très important de souligner le fait que la force explosive recherchée lors d'une activité, est fortement dépendante de la spécificité des sports à caractère intermittent qui est la notion de répétition (Cometti, 2007).

Un protocole d'entraînement de vitesse et de force explosive basé sur l'exécution rapide du mouvement avec une charge (<70% de 1-RM) a pour but la production de force sur un temps très court, généralement proche de celle de la compétition, combiné avec une pratique de jeux réduits avec ballon. Cette pratique apparaît alors comme intéressante pour les entraîneurs et les athlètes et qui répond aux spécificités de l'activité.

Ce protocole d'entraînement sort des méthodes classiques qui tendent à travailler indépendamment soit la composante de vitesse soit celle de force.

Par conséquent l'objectif de notre étude est de démontrer qu'un entraînement de 6 semaines en musculation réalisé dans l'optique principale de développer la force explosive et la vitesse, peut permettre d'optimiser la qualité de faire des sprints répétés

L'objectif du projet est d'identifier si le modèle expérimental utilisé dans cette recherche peut mener à des progrès au niveau des qualités physiques (l'habileté de faire des sprints répétés).

1.3. Importance de l'entraînement de sprints et forces explosives répétés dans les sports de type intermittent en général et spécifiquement en football

L'analyse statistique des efforts dans le sport collectif nous a permis de constater que généralement 90% du temps d'une rencontre de sport collectif est composé de déplacements lents ou de marches et que 10% des efforts sont explosifs (ces pourcentages varient légèrement en fonction des sports (Bangsbo, 1994). C'est-à-dire 5 à 10 minutes cumulées d'efforts intenses par rencontre, au football par exemple lors d'une rencontre un joueur parcourt une distance de 10 à 12 km à différentes intensités de course, marche, course modérée, sprint (Lambertin, 2000), entrecoupé d'une multitude de tâches telle que des tacles, sauts, duels et tirs (Verheijen, 1998), ceci selon une fréquence de 1000 changements d'activité par match (Bangsbo, 1994), faisant référence au nombre de mouvement qu'un joueur de soccer peut exécuter dans un seul match entre tir, sauts, marche, course, coup de tête et autres.

Ceci ne permet plus de laisser croire que l'approche centrée sur l'endurance fondamentale, annonçant des méthodes de course continue (pulsation cardiaque ou VMA (vitesse aérobie maximale), soit pertinente et justifiée.

L'approche centrée sur l'endurance va développer les réserves pour les 90% du temps de jeu constitué d'efforts d'intensité faible (Bangsbo, 1994). Mais est-ce vraiment un but pour un sportif que de marcher pendant 40 minutes?

Chez les footballeurs professionnels, des corrélations significatives ont été rapportées entre la distance parcourue pendant un match et le temps moyen de sprint (mean sprint times) dans le test RSA (Rampinini et Bishop, 2007)

Il a été également démontré que la RSA distingue les joueurs professionnels des amateurs. (Aziz et Al, 2008) (Impellizzeri, 2008) (Rampinini, 2009)

Il a été démontré que l'entraînement de résistance de type explosif est le plus efficace dans l'amélioration du saut vertical, par rapport à la performance à haute résistance (Maffiuletti et al, 2002).

La pliométrie qui est une méthode d'entraînement de l'explosivité développe la capacité des muscles à produire une force à haute vitesse dans les mouvements dynamiques, ces mouvements impliquent un étirement immédiat du muscle suivi d'une contraction explosive. Plus l'exercice est spécifique et proche du mouvement de la compétition, plus le transfert et l'effet d'entraînement est positif (Rimmer et Sleivert, 2000).

1.4 Importance du choix d'entraînement pour répondre aux spécificités et la nature de chaque sport

Il n'y a encore pas si longtemps, chaque saison, chaque équipe de n'importe quel sport définissait sa préparation physique suivant des cycles bien définis, presque tous identiques passant tout d'abord par un développement de l'endurance, puis de la résistance, de la force sans tenir vraiment compte de la spécificité du sport en question. Ainsi il n'était pas surprenant que certaines équipes de sport collectif, football ou autre sport d'équipe se retrouve à faire des tests ou des exercices à l'entraînement loin de la réalité du terrain et la spécificité de la compétition.

Même si l'entraînement en résistance est requis pour les sports intermittents, cet entraînement doit être travaillé avec la répétition d'effort spécifique du sport en question, il ne viendrait jamais à l'esprit à quelqu'un de faire des séries de 25 ou 30 répétitions au squat ou au soulevé de terre pour se préparer plus tard dans la saison à faire un effort maximum. On se concentrerait sur la technique au cours des séries, ne dépassant pas les 10 répétitions (moins chez certains encore) pour ensuite monter sur des charges plus lourdes en séries plus courtes (Cometti, 2007).

Tout cela pour dire qu'on ne devrait jamais vraiment s'éloigner de la spécificité des actions de son sport à l'entraînement si l'on cherche à tirer un bénéfice, un transfert de ses efforts sur le terrain et donc à être plus performant (Bishop, 2011)

Tout simplement, à ce stade, les athlètes doivent se concentrer sur des exercices nécessitant 4-10 secondes d'intense activité, suivie par 20 à 40 secondes de repos.

En se basant sur l'analyse de la structure temporelle de l'activité de football, la principale différence constatée chez les joueurs non-élite par rapport aux joueurs d'élite est que la fréquence des arrêts était significativement plus élevée chez les joueurs non-élite (Strøyer, 2004).

1.5 Importance de l'étude

Le but de notre recherche est de présenter un modèle d'entraînement en résistance pour améliorer la force dans les sports à caractère intermittent, ce qui permettra aux athlètes de mieux performer dans la pratique sportive et qui les aidera à enchaîner des mouvements, des courses ou des sprints à répétitions. De plus, ce projet permettra d'améliorer leurs capacités à faire des sprints répétés tout le long de la compétition sans perdre de qualité ou de performance. Dans cette étude, nous allons nous concentrer sur une activité sportive qui représente le plus la notion de la répétition des sprints et des mouvements courts et rapides c'est à dire le football.

Question de recherche

Un entraînement combiné utilisant des efforts maximaux répétés et de jeux réduits avec ballon (entraînement expérimental) peut-il mener à des améliorations au niveau de la qualité d'enchaîner des sprints (maintien de la vitesse de course) chez des footballeurs?

Objectif

Vérifier l'effet des exercices de force explosive musculaire (pliométrie) et de jeux réduits avec ballon (pratique spécifique de la discipline) sur la capacité à répéter des sprints.

Hypothèse

En regard de l'objectif posé et les résultats attendus de cette recherche, nous émettons l'hypothèse suivante:

Les athlètes ayant bénéficiés du programme d'entraînement expérimental seront capables de maintenir la vitesse de sprint avec répétition des sprints comparés au groupe témoin.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

2.1 Habileté à répéter des sprints (en anglais Repeated Sprint Ability, RSA)

Bishop (2004) définit la résistance à la vitesse (RSA) comme l'aptitude à sprinter, récupérer et sprinter à nouveau où cette séquence (sprint, récupération, sprint) peut être reproduite une ou plusieurs fois au cours de la compétition.

Il propose un test pour mesurer la RSA : 5 sprints de 6 s avec 24 s. de récupération entre les sprints.

Les sprints de courte durée (<10 secondes), entrecoupées par de brèves pauses (<60 secondes), sont fréquents dans les sports de type intermittent. Par conséquent, la capacité de récupérer et de reproduire la performance dans les sprints qui suivent est une qualité cruciale des athlètes évoluant dans ces disciplines, ce que l'on appelle capacité ou habileté de faire des sprints répétés (RSA) (Bishop, 2011)

2.2. Importance de la RSA et les forces explosives répétés surtout en football

D'après (Spencer et al, 2005) la RSA est une composante essentielle de la performance physique en football chez les joueurs en développement. Bien que le métabolisme aérobie domine au cours d'un match de football, les actions les plus décisives sont couvertes au moyen du métabolisme anaérobie. Pour effectuer de courts sprints, sauts, tacles, et le jeu de duel, la libération d'énergie anaérobie est

déterminante de celui qui est le plus rapide ou celui qui saute le plus haut ou tir plus fort. Ceci est souvent crucial pour le match (Wragg, 2000).

En se basant sur l'analyse de la structure temporelle de l'activité de football, la principale différence constatée chez les joueurs non-élite par rapport aux joueurs d'élite est que la fréquence des arrêts était significativement plus élevée chez les joueurs non-élite (Strøyer, 2004).

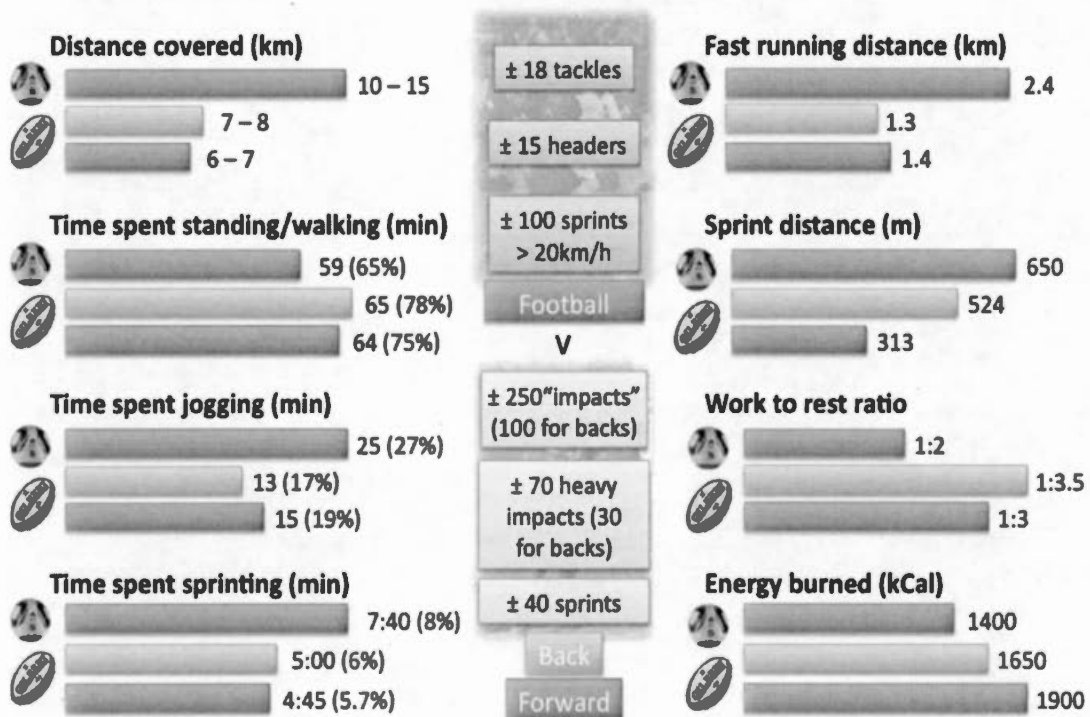


Figure: 2.1 Physical demands of different positions in FA Premier League soccer (D'après Bloomfield 2007)

Le match de football ou le rugby est tout sauf une allure moyenne de course mais une succession de sollicitations explosives. Le football moderne doit avoir une grande

vitesse de course, une grande puissance musculaire et une aptitude à récupérer entre 2 actions intenses ou sprints. (Bloomfield, 2007).

2.3.La « Repeated Sprint Ability » (RSA) et les sports intermittents

Les athlètes des sports d'équipe sont souvent appelés à effectuer des sprints des actions de courte durée de type (≤ 10 secondes) entrecoupées de brèves secondes de récupération (généralement ≤ 60 secondes). La capacité d'effectuer cet exercice est appelé capacité à répéter des sprints ou RSA (Bishop et al, 2011); (Buchheit et al, 2010).

Le football est considéré comme un sport qui exige un haut niveau de capacité aérobie, mais la capacité d'effectuer de courtes séquences d'activité intense (sprints) entre coupés de moins intenses séquences est important (Rampinini et al, 2007).

2.3.1 En football

Bangsbo (1994), relève, en moyenne, 8 têtes, 11 tacles, 1,3 minutes de possession de balle et 30 dribbles par match, avec une moyenne de 2,9 secondes par dribble, quand (Stolen et Chammari, 2005), relève qu'un joueur effectue une nouvelle course toutes les 4 à 6 secondes.

Reilly (2000) évoque le modèle d'un sprint de 15 m toutes les 90 secondes pour les matchs de football. (Colli et Bordon, 2000) obtiennent 1 sprint toutes les 77 s sur le championnat italien. Une étude en 2002 sur le championnat de France (Demangeot et al, 2003) a montré une fréquence d'un sprint pour 60 secondes pour le championnat de France (2002).

La puissance, la détente et l'agilité sont souvent importantes dans les moments critiques du jeu. Canavan (2004) mentionne que la puissance des membres inférieurs et en particulier la détente verticale est considérée comme un élément crucial pour la performance athlétique. La force et la puissance partagent l'importance avec l'endurance dans le soccer de haut niveau. Deux différents mécanismes, l'hypertrophie musculaire et les adaptations neurales sont centraux dans le développement de force musculaire (Stolen et Chammari, 2005).

Apport de la qualité de répéter des sprints à la performance sportive

Study	Level	n	Exercise Mode	Protocol	Intensity	Duration	Period	Physiological Adaptation	Performance Changes
Ferrari Bravo et al (2008)	Subelite	13	Running training	4 × 4 min, 3 min rest, 2 × wk	90-95% HRmax	8 wk	In season	↑6.6% VO2max* ↑3.7% VO2 RCP*	↑12.5% Yo-yo IR1* ↔Repeated sprint ability; 10-m sprint; SJ height and power; CMJ height and power
Helgerud et al (2001)	Junior elite	9	Running training	4 × 4 min, 3 min rest, 2 × wk	90-95% HRmax	8 wk	Preseason	↑10.8% VO2max* ↑21.6% speed LT* ↑15.9% VO2 LT* ↑6.7% RE* ↔IRM 90° squat	↑20.0% Total distance during a match* ↑100.0% Number of sprints during a match* ↑24.1% Number of involvements with the ball during a match* ↔10-m and 40-m sprint; CMJ height; kicking velocity; long pass accuracy
Impellizzeri et al (2006)	Junior elite	15	Running training	4 × 4 min, 3 min rest, 2 × wk	90-95% HRmax	12 wk	4 wk preseason + 8 wk in season	↑8.3% VO2max* ↑8.9% speed LT* ↑12.9% VO2 LT* ↑2.8% RE*	↑6.4% Total distance during a match* ↑22.8% High-intensity activity during a match* ↑14.3% Time to complete soccer-specific circuit*

Tableau: 2.3 Effects of repeated Sprint and Speed-endurance training on physiological adaptation and performance in football players (Small sided games vs. Generic training in aerobic fitness development 2011) (D'après le journal Professional Soccer Coaching2011)

2.4 Apport des jeux réduits avec ballon sur la performance sportive en football

Au cours des dernières années il y a eu une croissance remarquable dans le domaine des recherches sur les méthodes spécifiques à l'entraînement du football où on met l'emphasis sur les effets des petits jeux réduits.

Étant donné que le temps requis pour améliorer toutes les qualités physiques spécifiques au football est court, les petits jeux réduits avec ballon s'avèrent une solution très efficace qu'on doit adapter et optimiser pour permettre aux joueurs de s'affronter au niveau le plus élevé.

Les réponses physiologiques (fréquence cardiaque, lactatémie sanguine et la capacité de perception de l'effort session RPE), les qualités tactiques et techniques requises peuvent être modifiés au cours des jeux réduits en modifiant certains facteurs tels que le nombre de joueurs, les dimensions du terrain, les règles du jeu (Aguiar et al, 2012).

Un entraînement à base de jeux réduits avec ballon améliore la qualité de faire des sprints répétés puisque qu'ils ont démontré que l'activité d'un joueur en 5 contre 5 était significativement plus élevée, ils ont observé que le nombre de contacts avec la balle est plus grand lors du jeu réduit tout en travaillant l'aspect tactique. (Owen et al, 2012).

Dellal et al. (2007), ont démontrés via la fréquence cardiaque que certains jeux réduits, type conservation ou autres « Stop Ball » avaient des effets semblables à certains exercices de types intermittents courses de courtes durées.

Hoff et al. (2002), Impelizzerri et al. (2005), Rampinini et al. (2007) et Mallo & Navarro (2008), ont également démontré qu'un entraînement à base de jeux réduits en football, permettait de solliciter la capacité aérobie des joueurs et d'élever la $VO_2\text{max}$ les travaux ont été base sur la mesure de fréquence cardiaque et ont trouvé une corrélation entre la baisse de la fréquence cardiaque donc la récupération et la consommation maximale d'oxygène.

Ceci serait donc bénéfique pour l'entraîneur qui, à travers la mise en place d'un jeu réduit, pourrait avoir un grand impact sur les qualités tactique, technique et physique des joueurs, le tout durant un seul entraînement, et de manière moins lourde psychologiquement pour les joueurs et la motivation de performer à haute intensité est présente. Nous noterons surtout l'importance de ces données pour le milieu amateur, domaine où l'entraîneur bénéficie de très peu de séances hebdomadaires pour travailler technique, tactique et physique. Les jeux réduits permettraient également aux joueurs d'approcher les conditions de match, car le football est aussi décrit, selon Kirkendall (2001), comme un ensemble de phase de jeu à 4 contre 4 ou moins, sur des espaces réduits.

Study	Level	n	Exercise Mode	Protocol	Intensity	Duration	Period	Physiological Adaptation	Performance Changes
Chamari et al (2005)	Junior elite	18	Soccer ball dribbling around a track and small-sided games	4 × 4 min, 3 min rest, 2 × wk	90–95% HRmax	8 wk	In season	↑7.5% VO2max* ↑10.0% RE*	↑9.6% Distance covered in 10-min continuous test around a specific track*
Hill-Haas et al (2009)	Junior elite	10	Small-sided games	3–6 × 6–13 min, 1–2 min rest, 2 × wk	>80% HRmax	7 wk	Preseason	↔VO2max	↑17.0% Yo-yo IR1* ↔Repeated sprint ability; 5-m and 20-m sprint
Impellizzeri et al (2006)	Junior elite	14	Small-sided games	4 × 4 min, 3 min rest, 2 × wk	90–95% HRmax	12 wk	4 wk pre-season + 8 wk in season	↑7.1% VO2max* ↑9.7% speed LT* ↑10.8% VO2 LT* ↑2.7% RE*	↑4.2% Total distance during a match* ↑25.5% High-intensity activity during a match* ↑15.8% Time to complete soccer-specific circuit*
Jensen et al (2007)	Elite	16	Small-sided games	30 min (2–4 min, 1–2 min rest), 1 × wk	Not specified	12 wk	In season	↑5.2% VO2max*	↑15.2% Yo-yo IR2* ↑20.8% Repeated sprint ability fatigue index* ↔30-m sprint
McMillan et al (2005)	Junior elite	11	Soccer ball dribbling around a track	4 × 4 min, 3 min rest, 2 × wk	90–95% HRmax	10 wk	End of season	↑9.4% VO2max* ↔RE ↔RFD during CMJ and SJ	↔10-m sprint ↑6.9% SJ height* ↑2.7% CMJ height*

HRmax, maximum heart rate; VO2max, maximum oxygen uptake; RE, running economy; RCP, respiratory compensation point; RFD, rate of force development; LT, lactate threshold; yo-yo IR1, yo-yo intermittent recovery test level 1; yo-yo IR2, yo-yo intermittent recovery test level 2; SJ, squat jump; CMJ, countermovement squat jump; La, lactate.

*Significantly different.

Tableau: 2.4 Effect of aerobic high-intensity training performance or soccer ball dribbling on physiological adaptation and performance in football player (Small sided games vs. Generic training in aerobic fitness development, 2011) (D'après le journal Professional Soccer Coaching, 2011)

2.5 La nature de l'exercice physique et l'intensité dans le football

Étant donné que le soccer est considéré principalement comme un sport d'endurance puisque la durée du match est de 90 minutes et du fait que durant un match les joueurs atteignent régulièrement des valeurs maximales de la fréquence cardiaque. Il a été démontré que le soccer est un sport qui est à 98 % aérobie et à 2 % anaérobie (Bangsbo, 1994). Selon Hoff et Helgerud (2004), un joueur de soccer court entre 8 et 12 km durant un match de 90 minutes. Ainsi, l'intensité moyenne d'un joueur de soccer durant un match est mesurée approximativement à un niveau proche du seuil anaérobie (Hoff et Helgerud, 2004). Même les sprints de haute intensité, qui sont dépendants du système anaérobie, font appel au système aérobie pour des fins de récupération. D'ailleurs, c'est pour des raisons de récupération qu'un joueur est forcé de se maintenir à un niveau légèrement sous le seuil anaérobie durant les matchs, soit entre 82 et 85 % du V_{O2max} (Spencer et al. 2005).

Cependant, les recherches indiquent que, lors d'un match de soccer, un joueur effectue entre 20 et 60 sprints, ce qui nous amène à un total approximatif d'entre 700 et 7 1000 m, respectivement d'accélérations (Spencer et al. 2005). Évidemment, ce total n'inclut que les sprints, à savoir une distance de 10 à 20 m et un temps de 2 à 3 secondes en moyenne (Spencer et al. 2005). Cela exclut les mouvements de haute intensité tels que les tacles, les glissades, les duels de force et les sauts. Utilisant une analyse cinématique, Bangsbo, Norregaard et Thorsoe (1991) résument les activités physiques durant un match professionnel. Les joueurs professionnels passent 19,5 % du temps debout, 41,8 % du temps en marchant et 29,9 % du temps en course légère. Finalement, ils passent 8,7 %, 1,4 % et 3,7 % du temps à courir à haute intensité, à sprinter et à courir à reculons respectivement (Mohr, Krustup, Bangsbo, 2003). Plus précisément, il est démontré que la seconde partie du match est légèrement moins intense. Ceci est confirmé dans une étude effectuée auprès de joueurs professionnels

de la ligue danoise, où la distance couverte en première partie du match est de 5 à 9 % supérieure à la deuxième partie du match (Spencer et al. 2005).

Malgré toutes ces données et l'aspect aérobique du football il est toutefois très important de souligner que cette partie anaérobique peu présente dans la pratique de l'activité est cependant la plus décisive donc il est à confirmer que les buts et les actions les plus intéressantes dans une rencontre sont déterminés par ces phases de très haute intensité tel que les sprints à haute vitesse les mouvements explosifs de haute intensité tels que les tacles, les glissades, les duels de force et les sauts.

2.6 Importance de la force et la vitesse dans le football

La force maximale s'exprime sous forme de répétition maximale (IRM) et représente la force maximale que peut produire le système neuromusculaire durant une contraction (1 RM) (Behm et Sale, 1993). La puissance signifie la quantité de force maximale que peut produire une contraction dans un laps de temps minimal (Behm et Sale, 1993). La force maximale ainsi que la puissance influencent assurément la vitesse compte tenu de l'importance de la force de démarrage et accélération lors des changements de direction pendant la pratique du football. L'entraînement de la force consiste principalement en deux aspects: l'adaptation neurale et l'hypertrophie musculaire (Behm et Sale, 1993). Plusieurs entraîneurs négligent l'entraînement de la force soulevant qu'il aurait des répercussions négatives sur le $VO_2\text{max}$ (Cometti, 2002). Toutefois, de récentes études démontrent bien le contraire. Tout d'abord, une étude de Wisloff, Helgerud et Hoff (1998) rapporte comment une équipe qui détenait les meilleurs résultats en $VO_2\text{max}$ et en IRM au demi-squat a terminé le championnat en première place. Ceci suggère que l'entraînement en force n'a pas perturbé la performance au $VO_2\text{max}$ (Wisloff, Helgerud, Hoff, 1998).

En plus d'être forts, les joueurs de football doivent être armés de vitesse aussi (Stolen et al, 2005). La vitesse au soccer permet de meilleures accélérations sur de petites

distances, des changements de direction rapides ainsi que d'une plus grande vitesse d'exécution sur des gestes techniques ce qui est le déterminant principal de la performance. De sorte que l'adaptation neuromusculaire est importante ainsi que le recrutement de motoneurones permettant l'activation des fibres musculaires appropriées (Stolen et al, 2005). Les motoneurones rapides sont sollicités en dernier en raison de leur grand diamètre et de leur seuil de 9 lactate sanguin (Behm et Sale, 1993). Ce qui signifie l'importance du type de fibres musculaires chez les joueurs de soccer en ce qui a trait à la vitesse. En entraînement de 1RM (une répétition maximale), toutes les fibres musculaires ou presque sont sollicitées (Behm et Sale, 1993). La vitesse au football est donc directement reliée à l'entraînement de la force à cause de l'importance de l'accélération. D'ailleurs, Cometti et al. (2001) démontrent un temps de vitesse similaire au sprint de 30 m chez des joueurs professionnels et amateurs français, mais un temps nettement plus rapide chez les professionnels pour ce qui est des sprints de 10 m. D'où provient l'importance de la force vitesse (Stolen et al. 2005). Les deux paramètres travaillés ensemble créent une force vitesse nécessaire au soccer. Ceci est prouvé dans l'étude de Wisloff et al. (2004) qui signalent une corrélation importante entre les demi-squats et les sprints. D'autres recherches mettent en évidence les effets de l'entraînement de la force explosive où il a été enregistré des améliorations sur le saut vertical, sur la concentration de testostérone et sur les sprints de 5 m (Gorostiaga et al. 2002). Évidemment, il est possible d'améliorer la vitesse par l'entraînement, cependant, elle atteint un plateau comme tout autre paramètre physiologique.

Étant donné que la force dans ses divers modalités de manifestation ; force maximale, détente et endurance de force, représente dans presque tous les sports un facteur déterminant, plus au moins accentué de la performance, il faut accorder un rôle important à son développement spécifique dans la discipline. D'autant plus que, certaines habilités gestuelles, techniques sportives, la mise en œuvre de certains moyens et méthodes d'entraînement ne peuvent être réalisées sans le niveau de force correspondant. Le niveau de force agit immédiatement sur l'efficacité de

l'entraînement dans le processus à long terme soit en soutenant, soit en freinant le développement de la capacité de performance sportive.

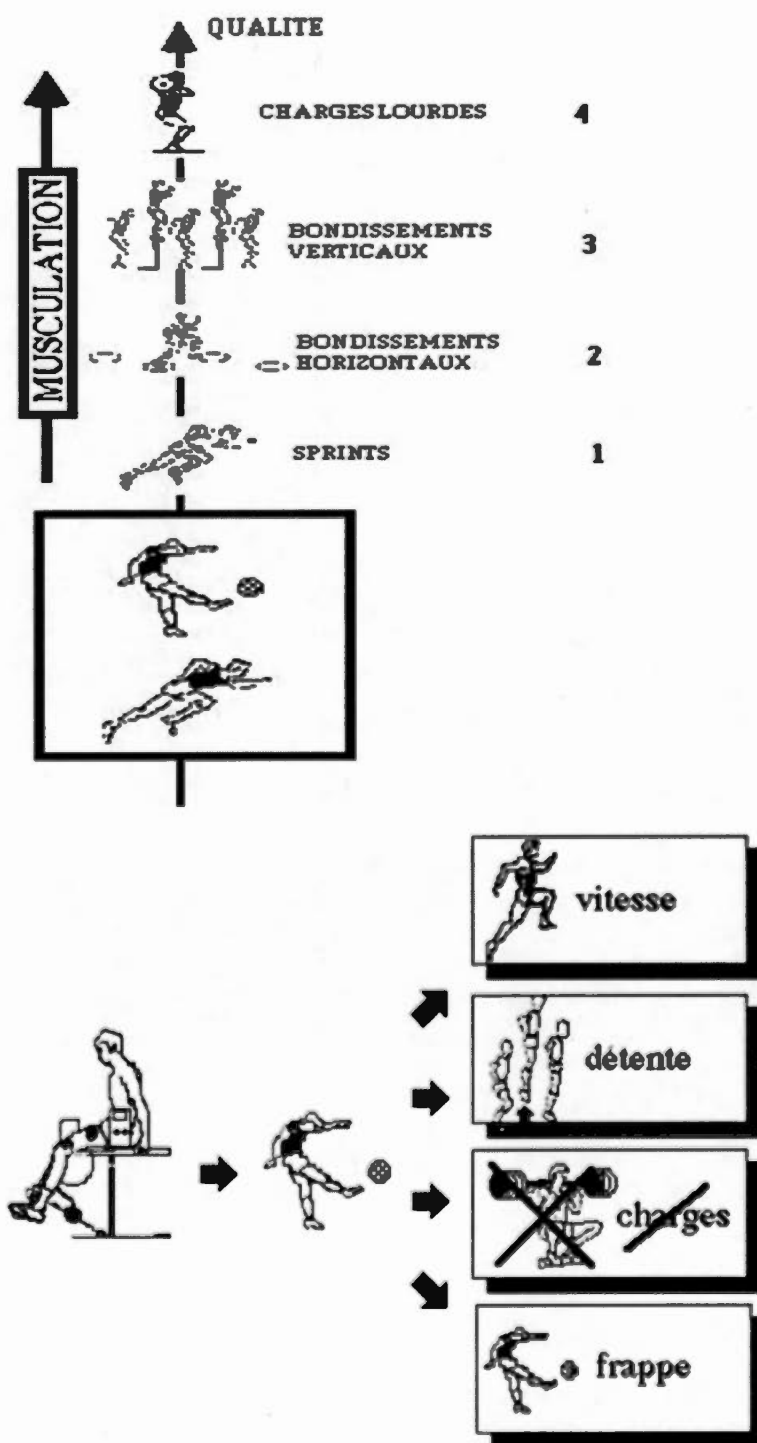


Figure: 2.3 La Pyramide de Qualité (d'après Cometti, 2007)

La musculation est dépendante de l'endurance (Cometti, 2007), placée dans une programmation construite sur la logique de l'énergétique.

En fait nous pensons qu'il faut renverser complètement le raisonnement

La préparation physique doit permettre d'améliorer l'efficacité de chacune des actions, soit sauter plus haut, démarrer plus vite. C'est la musculation qui permet de développer cette explosivité. Il faut donc avant tout chercher à augmenter la détente et la vitesse d'une seule action, ce qui n'est pas facile à obtenir (Cometti, 2007).

Nous pensons donc qu'il faut inverser la pyramide de l'endurance, l'explosivité doit être la base de la préparation physique, l'endurance doit venir après (Cometti, 2007).

2.7 Force maximale

L'augmentation de la force maximale est possible de trois façons :

- Amélioration de la coordination intramusculaire et du système nerveux central.

Cette méthode permet d'augmenter le nombre de fibres musculaires contractées simultanément et d'améliorer la contraction des muscles d'assistance pouvant aider à la performance. Ce type de gain se réalise en faisant des entraînements de type Force, donc en utilisant les gros exercices de base et des séries courtes et lourdes (plus de 77% de votre 1RM), pour un travail bref et très intense. Il ne permet que peu de gain musculaire, les gains sont ici à 90% nerveux. (Zatsiorski, 1966)

- Augmentation de la taille des muscles. De façon mécanique, si la taille des muscles augmente, le potentiel de force augmente aussi (il suffira ensuite d'apprendre à exploiter ce potentiel de force). Cette augmentation de la taille des muscles est le but du bodybuilding : c'est l'hypertrophie, obtenue avec des entraînements basés sur des séries plus longues, plus nombreuses et plus légères (entre 60% et 77% du 1RM).

Un mélange de ces deux combinaisons : Quel que soit le schéma utilisé, il faut bien se rendre compte d'une chose : la prise de force suit un schéma bien défini :

Phase 1 : amélioration de l'innervation, donc la force augmente, car le SNC utilise mieux les muscles existants : meilleure contraction, utilisation de plus de fibres. Il y a donc ici une pure prise de force, aucune prise de masse. C'est ce qui se passe souvent au cours des premières séances d'entraînement de musculation ou lorsqu'on fait un entraînement de type Force. Une fois que cette adaptation est maximale, il n'est plus possible de gagner en force de cette façon, on passe alors à la phase 2

Phase 2 : hypertrophie musculaire : augmentation de la taille des muscles. Lorsque le gain nerveux n'est plus possible, et à condition que l'environnement le permette (récupération, nutrition.), le corps n'a plus d'autre solution que de faire grossir les muscles.

Amélioration immédiate de la force :

Il est aussi possible de produire une augmentation rapide, mais brève de la force, grâce à la technique de la potentialisation.

Cette méthode consiste à soulever un poids très lourd (120% de la charge normale), pour faire quelques mouvements avec une très faible amplitude. Par exemple, pour du développé couché, si vous cherchez à faire votre maxi à 100kg, soulevez une barre de 120kg, pour faire juste quelques oscillations de 5-10cm d'amplitude.

Puis reposer la barre et attendre 2 minutes et faire la série. On aura alors plus de force pour la série à 100kg.

Cette méthode permet de stimuler le système nerveux, qui après avoir soulevé une charge très lourde est bien plus efficace pour faire la série. (Zatsiorski, 1966)

2.8 les méthodes de l'amélioration de la force maximale

Les séances de « force maximale pure »

Il s'agit simplement d'appliquer les différentes méthodes aux exercices fondamentaux sans autres exercices spécifiques à l'activité. Les méthodes choisies pour le développement de la force maximale pure sont les suivantes :

2.8.1 Méthode des efforts répétés

Intéressant, car : méthode quantitative, adaptée aux débutants donc idéal pour la reprise. Efficace sur le plan du développement du volume musculaire, moins efficace sur le plan des facteurs nerveux. Elle nécessite une quantité de travail importante.

2.8.2 Méthode Bulgare

Intéressant, car : permet de développer à la fois la force et « l'explosivité »

la méthode Bulgare classique : Alternance des charges lourdes favorisant le recrutement des unités motrices et légères favorisant la synchronisation des unités motrices dans la même séance, pour le même exercice. Par exemple : travail lourd, puis 5' de repos, puis travail léger...

la méthode Bulgare dans la série : Par exemple : 2 répétitions légères puis 2 lourdes...

Les effets sont encore plus importants si le travail se fait : sans charge et avec charge lourde.

2.8.3 Méthode des efforts maximaux

Intéressant car : c'est une méthode efficace, qui nécessite peu de répétitions, basée sur la qualité de l'exécution. Efficace sur le plan des facteurs nerveux. Ces séances sont épuisantes et demandent plusieurs jours de récupérations.

2.8.4 Méthode 120/80

Intéressant, car permet d'exploiter au maximum les possibilités offertes par le mode excentrique pour des athlètes confirmés déjà habitués aux méthodes de musculation. Il s'agit d'une méthode supposant un appareillage permettant un allègement automatique c'est certainement avec le stato-dynamique une des méthodes les plus performantes. Note : L'utilisation d'un matériel spécifique n'est pas obligatoire, du bricolage ou des partenaires particulièrement agiles feront également l'affaire.

2.8.5 Méthode Pliométrique

L'entraînement Pliométrique provoque une amélioration des facteurs nerveux et élastiques de la force musculaire. Il existe plusieurs degrés de difficulté dans l'entraînement Pliométrique, du bondissement léger jusqu'au saut en contrebas.

2.8.6 Méthode combinée

L'agencement de plusieurs méthodes permet de mieux cibler les besoins de chacun des joueurs afin de trouver un compromis idéal pour une période précise de la saison (méthode beaucoup plus spécifique). (Zatsiorski, 1966).

2.9 Avantages et inconvénients des différentes méthodes utilisées

2.9.1 Les méthodes utilisant un régime de contraction concentrique

Avantages

Ces exercices de régime de contraction concentrique :

Permettent un travail assez proche de la réalité spécifique

Provoquent un niveau de courbature moins élevé que les autres régimes.

Inconvénients

Ces exercices provoquent une certaine monotonie dans le travail dont la conséquence à terme est une limitation des progrès.

Ne pousse pas l'organisme dans ses retranchements, jusqu'à ses limites

2.9.2 Les méthodes utilisant un régime de contraction isométrique

Avantages

Ces exercices sont faciles à mettre en œuvre,
Permettent de travailler des positions difficiles,
Ont souvent peu d'action sur la masse musculaire,
Permettent d'activer les muscles de façon maximale grâce à la fatigue induite,
augmentent la raideur musculaire.

Inconvénients

Ces exercices apportent un gain de force principalement dans la position de travail,
Ne peuvent être utilisés longtemps, on stagne assez vite après la phase de progression,
sont défavorables à la coordination si leur utilisation dure trop longtemps,
diminuent la vitesse de contraction, toujours si leur utilisation dure trop longtemps.

2.9.3 Les méthodes utilisant un régime de contraction excentrique

Avantages

Ces exercices peuvent provoquer des tensions supérieures de 30% à l'isométrie et au concentrique.
Exerce des sollicitations différentes selon les fibres, deviennent très efficaces quand ils sont couplés avec du travail concentrique,
offrent un intérêt certain pour la planification,
augmentent la raideur musculaire.

Inconvénients

Ces exercices peuvent provoquer une désadaptation importante s'ils sont utilisés en exclusivité trop longtemps,
demande une longue récupération,
nécessitent d'utiliser des charges lourdes.

2.9.4 Les méthodes utilisant un régime de contraction `` stato-dynamique ``

Avantages : Effet immédiat très court : 24 heures permettant de l'utiliser au dernier moment avant une compétition et donc d'avoir une surcompensation fort intéressante pour la performance. - ne provoque pas de courbatures chez ceux qui sont accoutumés aux différents modes de contraction. - ne nécessite pas forcément l'utilisation de charges lourdes, - en phase dynamique, à une certaine vitesse de contraction (environ 5 m/s) les fibres lentes ne se contractent quasiment plus.

Inconvénients

Ne peut s'envisager comme méthode d'approche du renforcement musculaire. (Zatsiorski, 1966). Donc la discussion ci-dessus se résume à la Figure 4 où l'amélioration de la tension maximale (Force maximale) passe par différentes chaînes d'activité.

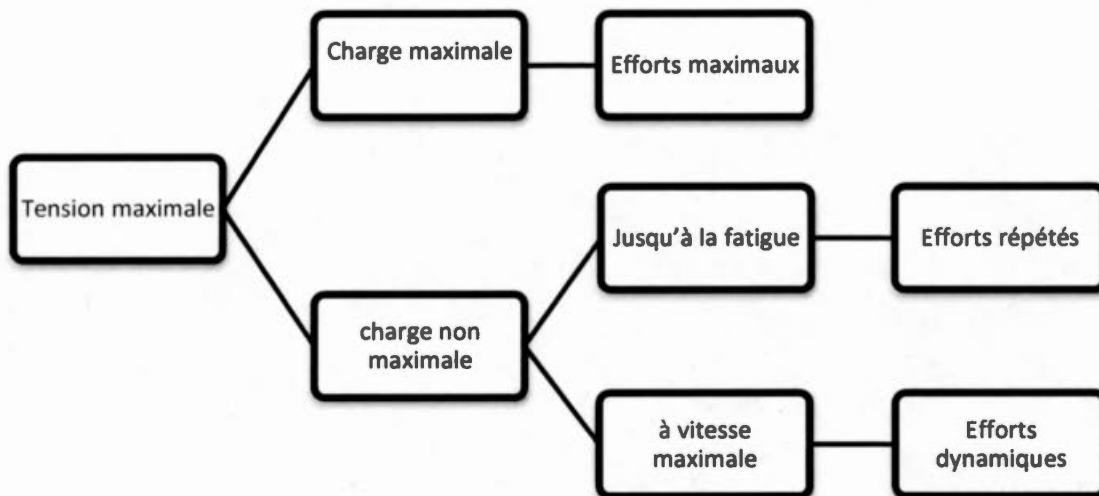


Figure : 2.4 Les méthodes d'entraînement de la force (D'après Zatsiorsky, 1966)

2.10 Les méthodes de développement de la force

L'entraînement de force vise à atteindre les tensions musculaires maximales et ceci est possible de trois manières différentes :

La méthode des efforts maximaux (avec charge maximale)

La méthode des efforts répétés (avec charge non maximale jusqu'à la fatigue).

2.10.1 La méthode des efforts maximaux

Méthode très qualitative qui se fait à charge maximale (+ de 90%) et qui ne permet donc pas plus de 3 répétitions (1 à 3RM), le temps de récupération entre les séries est de 7'.

L'objectif est de toucher les aspects nerveux de la force (recrutement des unités motrices, fréquence de décharge électrique, synchronisation) sur un organisme frais, ce qui en fait une méthode très efficace. C'est la diminution de l'inhibition du système nerveux central qui est recherchée, aucune hypertrophie ne sera constatée, car peu de dégradation de protéines musculaires est observée. On vise également l'entraînement des fibres rapides par la création de tensions maximales dans le muscle.

Elle permet d'augmenter la coordination inter et intra musculaire, d'apporter les plus grands développements de la force, d'activer un maximum d'unités motrices et d'avoir une fréquence de décharge optimale.

Cette méthode est cependant réservée aux athlètes entraînés (grande expérience en musculation) et non aux débutants étant donnée le risque de blessure possible (il faut maîtriser la technique et posséder un tronc fort). C'est une méthode quelque peu contraignante, car elle nécessite une durée de récupération entre les séances très longue (de 7 à 14 jours) et, car une seule séance par semaine serait inefficace.

2.10.2 La méthode des efforts répétés

Méthode qui a un impact important sur le métabolisme musculaire et donc sur l'hypertrophie. Le 6X6RM est ce qui caractérise le mieux cette méthode et le temps de récupération entre les séries est de 5'. Les charges utilisées sont comprises entre 70 et 80% du max. et l'on évalue la récupération d'une telle séance à 2 jours. On peut donc répéter ce type de séance plusieurs fois par semaine (l'idéal étant 2 à 3).

L'objectif de cette méthode est d'obtenir une influence importante sur le métabolisme musculaire (dégradation et resynthèse des protéines donc hypertrophie), d'impliquer plus d'unités motrices et d'entraîner les fibres rapides par une fatigue importante (ce sont les dernières répétitions qui permettent de recruter le maximum d'unités motrices).

C'est donc la fatigue musculaire qui va déclencher les tensions maximales dans le muscle mais les mécanismes nerveux ne seront pas sollicités dans de bonnes conditions (la fatigue est défavorable).

Un des avantages de cette méthode est qu'elle peut être utilisée avec des débutants, car le risque de blessure est peu important.

2.11 Suivi des intensités d'entraînement

L'étude de Foster (1998) portait sur 25 athlètes de haut niveau américains qui ont été suivis entre 6 mois et 3 ans. Son but était de trouver une méthode pour éviter le surentraînement. L'intensité de l'exercice était déterminée avec l'échelle d'évaluation de la difficulté de l'exercice CR10 de Borg (Borg et al, 1985) qui avait établi une corrélation entre l'augmentation de la perception de la difficulté de l'effort et l'accumulation de lactate dans le sang lors d'un test d'effort maximal progressif. Cette échelle comprend 10 items de difficulté de l'exercice. Le calcul de la charge d'entraînement correspondait au produit de la durée de la séance par l'indice de

difficulté de l'exercice. Brièvement, il était demandé au participant de donner un chiffre selon sa perception de l'effort 30 minutes après sa session d'entraînement.

2.12 Changement neurophysiologique après un entraînement de pliométrie

Les premières expérimentations de cette méthode ont été effectuées dans les années soixante par Zatsiorski qui a repris le travail de Margaria afin de justifier l'entraînement mettant en jeu le réflexe d'étirement (Cometti, 2007). Ainsi on a démontré que la combinaison des entraînements pliométriques et des entraînements avec charges pouvait augmenter davantage la puissance des athlètes que l'application d'entraînement avec charge seule. Ces conclusions peuvent s'expliquer par un phénomène physiologique distinct: Le cycle d'étirement-raccourcissement :

On obtient une action musculaire pliométrique lorsqu'un muscle qui se trouve dans un état de tension est d'abord soumis à un allongement et qu'ensuite, il se contracte en se raccourcissant. Les physiologistes nomment ce phénomène « the stretch-shortening cycle » soit le cycle étirement-raccourcissement (CER).

On trouve dans le muscle une composante élastique en série intervenant dans l'efficacité de l'action musculaire. Cette composante détient une fraction passive se retrouvant dans les tendons et une fraction active se trouvant dans les ponts actine-myosine (Cometti, 2007). La phase excentrique sollicitée lors des exercices pliométriques permet d'augmenter le nombre de ponts. En fait, au cours de l'allongement, le nombre de ponts serait 1.8 fois supérieur à celui de la contraction isométrique. De plus, l'auteur mentionne que lors de la phase excentrique, la qualité des ponts est supérieure du fait que chaque pont fonctionne de façon plus efficace. L'augmentation du nombre de ponts et l'accentuation de la qualité de ceux-ci permettent une meilleure contraction musculaire et donc une force supérieure. En outre, une protéine musculaire nommée titine se situant dans le sarcome est un élément essentiel du phénomène d'élasticité musculaire. En effet, cette protéine est

destinée à ramener le sarcomère dans sa position initiale à la suite d'un allongement (Cometti, 2007).

Des facteurs nerveux doivent également être pris en considération afin de bien comprendre l'implication physiologique lors des exercices pliométriques. (Sale, 2003) démontre l'augmentation de la force grâce au recrutement de nouvelles unités motrices. En fait, l'auteur explique dans sa publication que dans le cas d'effort explosif, les unités motrices peuvent être recrutées dans un temps plus court. De ce fait, la mobilisation accrue d'unités motrices permet une meilleure propagation de l'influx nerveux et par le fait même une meilleure contraction musculaire. De surcroît, (Duchateau et Hainaut, 2003) évoquent une activation plus rapide des motoneurones lors d'exercices dynamiques. Effectivement, les auteurs démontrent que les unités motrices atteignent leur force maximale plus rapidement.

L'énergie élastique, que les pratiquants ressentent lors des cycles d'étirement-raccourcissement ou plus spécifiquement action excentrique-concentrique est une énergie qui s'emmagine durant une période du contre mouvement pour se libérer lors de la phase concentrique d'un travail musculaire. Elle dépend de nombreux paramètres tels que la raideur musculaire, la vitesse du cycle étirement-raccourcissement, la vitesse de transition entre les deux phases de travail. L'usage de l'énergie élastique est d'une importance vitale pour quasiment tous les sportifs, tant au niveau de la performance (l'énergie élastique induit la raideur musculaire, donc l'optimisation de la force pour l'explosivité et la résistance, de l'utilisation des ressources énergétiques pour l'endurance) que pour également une protection pour les articulations notamment en favorisant l'accélération des forces de leviers entourant les articulations (Jacob et al, 2008).

La raideur musculaire est définie par la capacité d'un corps (muscle) à s'opposer à une déformation (étirement, torsion, compression). Nous savons que la raideur est un élément important dans la contraction musculaire (vitesse de transmission des efforts de contraction aux articulations, protection des articulations lors des réflexes musculaires pour protéger les ligaments).

2.13 Importance de l'entraînement à l'explosivité (Entraînement Pliométrique)

D'un point de vue physiologique, la contraction Pliométrique correspond à une contraction excentrique du muscle suivie immédiatement d'une contraction concentrique (Cometti, 1987). Nous pouvons rencontrer ce genre de sollicitations en particulier lors de sauts avec contre-mouvement. Ce type de contraction met en jeu le cycle étirement-détente du muscle. Bosco (1985) nous dit que ce cycle est dû majoritairement à l'élasticité des muscles et des tendons mais aussi à l'intervention du réflexe myotatique. Le réflexe myotatique est un réflexe de raccourcissement d'un muscle lié à un étirement trop brutal de celui-ci. Il est considéré comme un mécanisme de protection du muscle afin d'éviter la lésion (Cometti, 1987).

Dans la théorie de l'entraînement de la force, l'entraînement spécifique à l'amélioration de l'explosivité est mentionné comme « l'entraînement Pliométrique ». La méthode est appelée la « Méthode Pliométrique » (Stojanović, 2002). L'entraînement de la pliométrie a été préconisé comme une approche appropriée pour les sports qui exigent de l'explosivité et l'amélioration de la détente verticale (Eduardo sa'ez, 2008). Rahman (2005) indique que l'entraînement de pliométrie à court terme est capable d'améliorer la détente verticale, la force musculaire et la puissance anaérobie. Par contre, sa combinaison avec un entraînement avec charge est encore plus avantageuse et bénéfique.

L'entraînement de pliométrie peut être aussi avantageux pour développer la puissance et la force des membres supérieurs (Jeffery, 2000). La pliométrie attribue à l'exécution des mouvements du cycle étirement-raccourcissement qui impliquent une contraction excentrique intense suivie, immédiatement, d'une contraction concentrique rapide et puissante (Goran, 2007). Sur la même voix, Ademol (2009) définit l'entraînement Pliométrique comme une méthode presque exclusivement appliquée aux muscles extenseurs des jambes. Elle consiste en un allongement

vigoureux des muscles extenseurs actifs (la contraction excentrique) immédiatement suivi par une contraction concentrique maximale. Ceci est appuyé de même par Takarada (1997) ou il définit le mouvement comme un étirement du muscle suivi immédiatement par un raccourcissement d'où il génère une plus grande force de contraction.

2.14 Importance de la pliométrie dans le football

Váczil et al. (2013) ont étudié les effets d'un programme d'entraînement en pliométrie à court terme sur la réponse énergétique l'agilité et la force des extenseurs du genou l'étude a été faite sur des sur des joueurs de football Homme de la troisième ligue au cours de la saison sportive, le programme a duré 6 semaines

Le programme comprenait deux séances d'entraînement par semaine.

L'étude a montré une amélioration au niveau des tests d'explosivité ainsi que les tests de l'agilité (Illinois Agilité test, T Agilité Test).

Il est donc à conclure que l'entraînement à court terme en pliométrie devrait être incorporé dans la préparation des joueurs durant la saison sportive pendant la phase de compétition (in-saison) afin d'améliorer la performance spécifique au football.

De nombreuses actions dans le football nécessitent une répétition de sprints à courte distance dribbles avec des changements de direction (Little et Williams, 2005; Sheppard et Young, 2006; Bloomfield, 2007). Cette capacité à changer de direction rapidement est appelé " agilité ".

La puissance est définie comme la capacité à produire une force maximale dans les plus brefs délais. Les deux composantes de la puissance sont la vitesse et la force, une combinaison efficace de ces deux composantes permet aux athlètes de produire des mouvements explosifs tels que les sauts, mettant des buts tirer frapper la balle lancer passer ou même pousser avec l'épaule. La puissance est nécessaire pour effectuer de nombreuses actions dans la pratique de football.

La puissance musculaire maximale ou la force explosive est déterminée par la capacité de générer une force maximale à une très grande vitesse et représentée comme la puissance de production la plus élevée lors d'un mouvement spécifique. Cette habileté peut être améliorée grâce à plusieurs exercices, parmi ces exercices les entraînements de pliométrie qui ont été appliqués sur les athlètes, particulièrement les coureurs et sauteurs, au cours des trois dernières années (Alavi, 2006).

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Nous avons fait des tests de laboratoires et des tests de terrain. En laboratoire nous avons mesuré la détente verticale au moyen d'un accéléromètre (Myotest SA, Sion, Switzerland). Deux types de sauts ont été exécutés, le « Squat Jump » et le « Counter Mouvement Jump ». De plus, durant les épreuves de terrain nous avons mesuré la fréquence cardiaque. Les épreuves du terrain sont : le test de sprints répétés, test de 5 sauts, test de SJ et finalement le test du contremouvement jump. Le détail des procédures se retrouve dans les pages suivantes. Nos tests ainsi que nos interventions sont fixés le Lundi et le Jeudi pendant 45 minutes à partir de 10h le matin. Le préparateur physique a été présent.

3.1. Tests de laboratoire

3.1.1. Saut vertical

La détente verticale est mesurée à l'aide d'un accéléromètre (Figure 5 Myotest SA, Sion, Switzerland) : Squat jump (SJ, temps requis 5 min) mesure la puissance musculaire des jambes à partir d'un départ en position fléchit à 90 degrés.

3.1.2 Procédure du déroulement des sauts verticaux

Counter-mouvement Jump (CMJ, temps requis 5 min) s'effectue dans les mêmes conditions. Toutefois le participant dans ce cas une flexion préalable à l'extension s'effectue il s'agit donc d'un test où les qualités élastiques du muscle sont sollicités (Pliométrie) cette épreuve a été exécutée sur le terrain de football principal où se

déroule les entraînements de l'équipe. Le préparateur physique de l'équipe M. Yassine Bouassida était présent comme à l'habitude.

Le participant a porté une ceinture à la taille qui permet de retenir l'accéléromètre (Myotest SA, Sion, Switzerland) au niveau de la crête iliaque. La détente verticale a été mesurée pré et post intervention. La hauteur du meilleur des 3 essais pour chaque type de sauts, SJ et CMJ, a été retenue pour l'analyse subséquente.



Figure 3.1. Accéléromètre (Myotest SA, Sion, Switzerland)

3.2. Session RP

Appelé: Rating of Perceived Exertion (RPE)

Quantification des charges d'entraînement et du niveau de fatigue :

Cette étude se base sur les travaux de (Foster, 1998) sur la quantification des charges d'entraînement à partir de la perception de l'effort perçu par le sportif. C'est une amélioration de la méthode de (Calvert et al.1976).



Figure: 3.2 Échelle de Borg CR-10 de Foster et al. (2001)

Il est ainsi possible de calculer chaque jour leur charge d'entraînement en multipliant la durée de l'entraînement/compétition (en minutes) avec la cotation de difficulté. Prenons l'exemple d'un athlète s'entraînant 2 heures et caractérisant son entraînement de « difficile » :

Charge d'entraînement = durée de l'entraînement en minutes x indice de cotation de difficulté = $120 \times 5 = 600$. La charge d'entraînement calculée pour ce jour est de 600.

3.3. Les Participants

Vingt-quatre joueurs de Football âgés entre 18 et 30 ans, provenant de l'équipe Professionnelle ESS (Etoile Sportive Du Sahel)

Ont été invités à participer à notre étude. Tous les participants ont été informés du protocole de l'expérimentation et ont signé un consentement de participation. Notre étude a été organisée dans le respect des règles du comité d'éthique de l'UQAM.

Nous avons classé les joueurs en deux groupes aléatoirement:

Groupe1 : entraînement de force explosive répétée.

Groupe2 : groupe témoin.

Tous les groupes ont suivi un entraînement régulier.

3.3.1. Critères d'inclusion

Tous nos participants sont des joueurs de Football professionnels qui n'ont jamais subis de blessures graves au niveau des membres inférieurs, tels que la rupture des ligaments croisés, rupture du tendon d'Achille ou des déchirures musculaires à répétitions.

3.3.2. Critères d'exclusion

Tout joueur ayant un antécédent de blessure grave ou il participe à des activités sportives pouvant nuire à la collecte des données est exclus de l'étude.

Aspects déontologiques et consentement :

Tous les participants à notre étude ont été informés des buts, des bénéfices et des risques de l'étude. Une signature du formulaire de consentement a été exigée. Toute notre étude est organisée dans le respect des règles du comité d'éthique de l'UQAM.

3.4 Le schéma expérimental et analyses statistiques

Les participants choisis aléatoirement et divisés en deux groupes ont été convoqué à deux journées de mesures journée 1 regroupe les tests de détente verticale, 5 sauts et test de RSA. Cette batterie de tests a été répétée après l'intervention de 6 semaines. Le schéma d'analyse statistique est une ANOVA mixte avec mesures répétées (Groupe x Temps). Le seuil de signification est fixé à un $p < ,05$. L'analyse statistique est effectuée à l'aide du logiciel SPSS (ver 21.0).

3.4.1. Test de détente verticale

Pour la mesure de la détente verticale, nous avons utilisé un accéléromètre (Myotest SA, Sion, Switzerland) valide (Casartelli et al, 2010) qui permet de connaître la puissance, la vitesse et la force impliquée dans un mouvement dynamique en chaîne ouverte ou fermée. Après 15 minutes d'échauffement individuel sur un vélo ergométrique (Monark modèle 818, Stockholm, Finlande) à une basse intensité, les joueurs ont fait des sessions de test de saut préparatoires. Ils ont exécuté des sauts sous maximaux comme échauffement supplémentaire spécifique. Deux genres de sauts ont été fait, le « squat jump » (SJ) et le saut de contremouvement (CMJ). Deux essais de chaque type de saut sont permis, la meilleure performance a été retenue pour l'analyse. Tous les sauts ont été exécutés en gardant les mains aux hanches pour éviter l'influence des membres supérieurs sur la performance du saut.

Les joueurs ont été exécutés le SJ, en commençant d'une position des genoux fléchis à 90 degrés, et ont sauté ensuite le plus haut possible en évitant l'abaissement des genoux ou du tronc.

Les sauts CMJ ont été exécutés en commençant de la même position que le SJ mais avec une action préparatoire, rapide, excentrique vers le bas. Chaque sujet a essayé de sauter le plus haut possible.

3.4.2. Test de 5 sauts

L'objectif est d'évaluer les qualités de force-vitesse, autrement dit de puissance des jambes.

Matériel et terrain

On a eu besoin d'un décamètre comme outil de mesure de la longueur des sauts. Le terrain de soccer est l'endroit parfait pour la réalisation de ce test.

Déroulement du test :

Départ : pieds derrière la ligne située au 0 du décamètre on peut choisir le pied droit ou gauche pour commencer.

Principe : Aller le plus loin possible sur 5 sauts en longueur. L'arrivée se fait debout pieds joints.

Possibilité de réaliser 2 essais, et de prendre le meilleur résultat des deux essais.

Encadrement :

1 juge pour explications et mesures, le préparateur physique.

Résultat :

La mesure se lit au niveau de l'arrière du pied.

3.4.3. Test de sprints répétés

Il existe plusieurs tests de sprints répétés mais dans cette étude on a opté pour le test de 20m, 6 X 20m avec 24 secondes de récupération.

Un indice de performance (IP) est calculé de la façon suivante :

IP = 6 X temps du meilleur sprint

Σ des 6 sprints

3.5. L'intervention d'entrainement

Notre recherche a été réalisée en pleine période compétitive. C'est une période qui dépend du calendrier des matches qui dure de 8 à 10 mois.

La période compétitive est divisée en cycles hebdomadaires appelés microcycles.

Groupe expérimental

L'intervention s'est déroulé sur 6 semaines au début du calendrier de compétition. L'entraînement a été fait au début de chaque séance de l'entraînement habituel (voir section 9).

Le groupe expérimental a débuté l'entraînement avec un échauffement comme décrit par (Needham et al, 2009) :

5 min de course en périphérie du terrain de Football.

+10 min stretching dynamique.

+8 répétition de squat en utilisant une barre qui représente 20% de la masse corporelle. Six barres de squat seront disponibles sur le terrain.

3.6. Entrainement d'effort explosif maximal

Comme illustré à la Figure 6 une séance d'entrainement typique est décrite ci-dessous :

1. 6x6RM. Squat 70% 1 RM
2. Banc suédois
3. Foulée bondissante
4. Saut pieds joints sur haies (6 haies)
5. Sprint sur 15m
6. 1 minute de repos actif après chaque passage (4 passages)

7. Jeu sur surface réduite
Modèle de (Jake, 2012)
8. 24 minutes (3vs3 avec marquage individuel sur surface de 30/20m (Aroso et al, 2004):
9. 4 minutes travail
10. 4 minutes repos passif.

Il y a 3 périodes de jeux.

Une séance d'entraînement a une durée type de 45 minutes.

Le programme d'entraînement comme mentionné précédemment, a été réalisé pendant 6 semaines.

Les mêmes mesures prises pendant la première phase dite pré-test a été réalisé afin de déterminer l'impact de cette période entraînement sur la performance des joueurs.

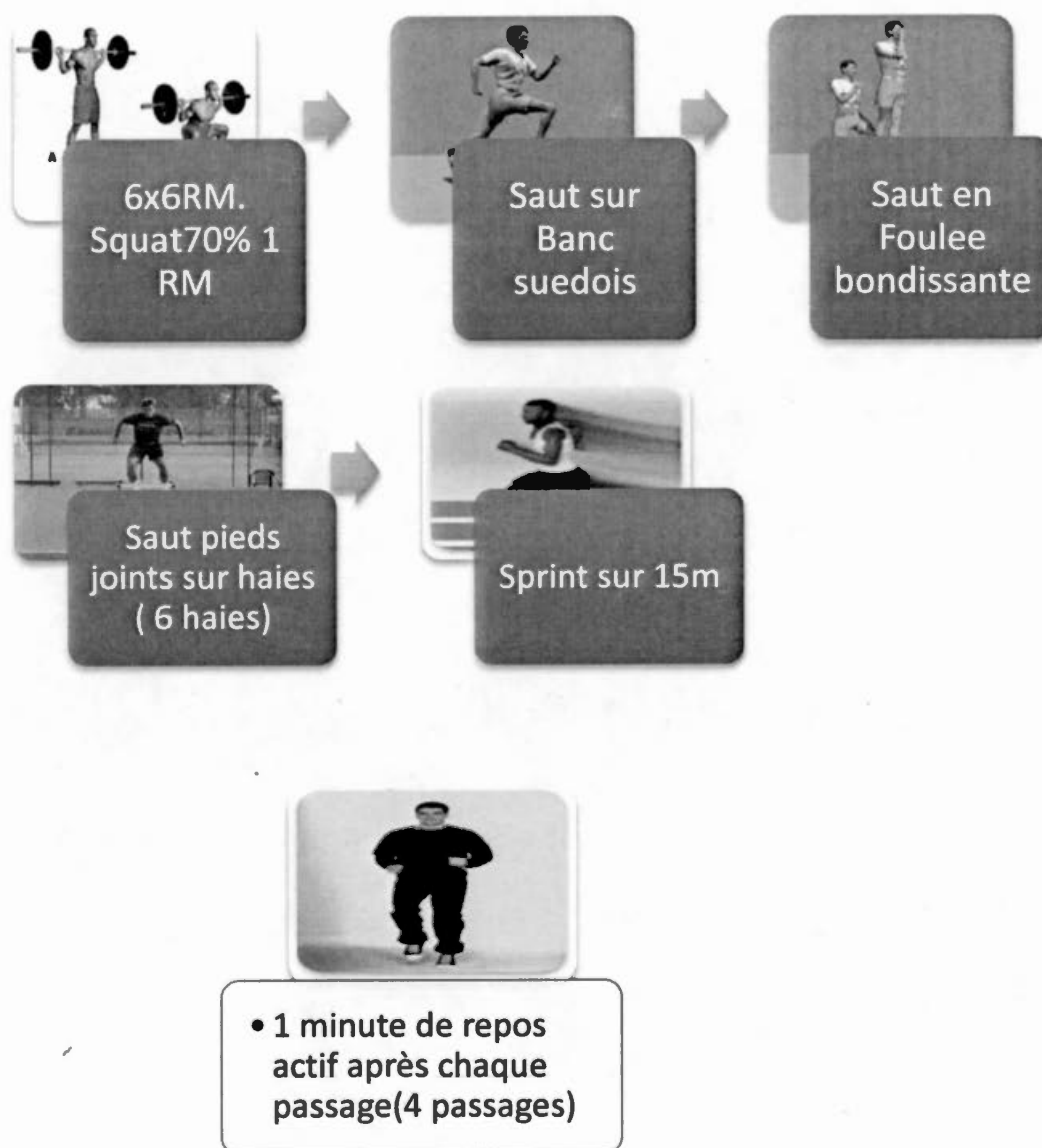


Figure 3.3 Schéma expérimental force explosif répété et jeux avec ballon sur surface réduite.

3.7 Entraînement régulier

Le groupe expérimental et le groupe témoin ont participé à l'entraînement régulier. La seule différence d'entraînement des deux groupes est pour le groupe expérimental qui a reçu un entraînement d'effort explosif maximal.

Le volume d'entraînement a été contrôlé et été équivalent dans les deux groupes comme le mentionne le tableau 5 Voici un exemple de microcycle de compétition que les joueurs ont suivi.

LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE
MATIN						
<ul style="list-style-type: none"> • Séance de récupération pour l'équipe (décrassage) • Technico-tactique avec sollicitations physiques pour joueurs n'ayant pas joué le match 	<ul style="list-style-type: none"> • Technique – Coordination • Physique • Tonification musculaire • Vivacité • Tactique • Bloc-équipe • Ballons arrêtés 	<ul style="list-style-type: none"> • Eveil musculaire et organique • Tactique – Rappel 	<ul style="list-style-type: none"> • Séance de récupération pour l'équipe (décrassage) • Physique • Technico-tactique pour joueurs n'ayant pas joué le match 	<ul style="list-style-type: none"> Event. Séance individuelle ou tactique d'équipe (vidéo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Physique • Tonification • Vitesse (réaction) • Tactique • Bloc-équipe • Ballons arrêtés • Jeu 	<ul style="list-style-type: none"> • Réveil musculaire et organique
APRÈS-MIDI						
<i>Repos</i>	<i>Repos</i>	Match	<i>Repos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Technico-physique • Renforcement musculaire • Coordination • Travail sur le but • Technico-tactique Par bloc • Attaque-défense • Jeu 	<i>Repos</i>	Match

Tableau 3.1 Exemple d'un microcycle de compétition, (D'après FIFA, Planification d'entraînement, 2011)

Analyse statistique

Les valeurs sont présentées comme moyennes \pm écart-type (ÉT). Les différences entre les groupes (expérimental et témoin) par rapport au temps (pré et post) a été calculé à l'aide d'une ANOVA mixte à deux facteurs (groupes x temps) à mesures répétées (GLM repeated measures). Lorsque qu'une différence significative pour les facteurs et l'interaction groupe X temps était soulevée, une analyse post-hoc Bonferroni a été effectué pour identifier les paires différentes significatives (inter et intra groupe). Les analyses ont été effectuées à l'aide des logiciels suivants : SPSS (version 21.0) et EXCEL. Le seuil de significativité a été fixé à $p < 0.05$.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

4.1. Les tests d'explosivité

Dans cette étude, deux groupes (G expérimental et G témoin) ont suivi un protocole de 6 semaines d'entraînement distincts mais de charge équivalente. Les variables dépendantes utilisées (SJ et CMJ, sprints répétés sur 20 mètres ainsi que le test de 5 sauts) ont été évaluées deux fois sur les mêmes sujets avant et après l'intervention (Pré-test et Post-test, respectivement). Le but étant de montrer l'efficacité du protocole sur les variables dépendantes et évaluer si les athlètes ont bénéficiés du programme d'entraînement expérimental afin de maintenir la vitesse de course durant la répétition des sprints comparés au groupe témoin.

	G-Expérimental		G-Témoin	
	Pré	Post	Pré	Post
SJ (cm)	43,24±1,19	45,35±1,33*†	43,25±1,05	43,42±1,11
CMJ (cm)	44,36±1,15	47,20±1,37*†	44,22±1,09	44,39±1,10
5-Jumps (m)	13,42±0,76	14,07±0,73*†	13,27±0,76	13,41±0,73

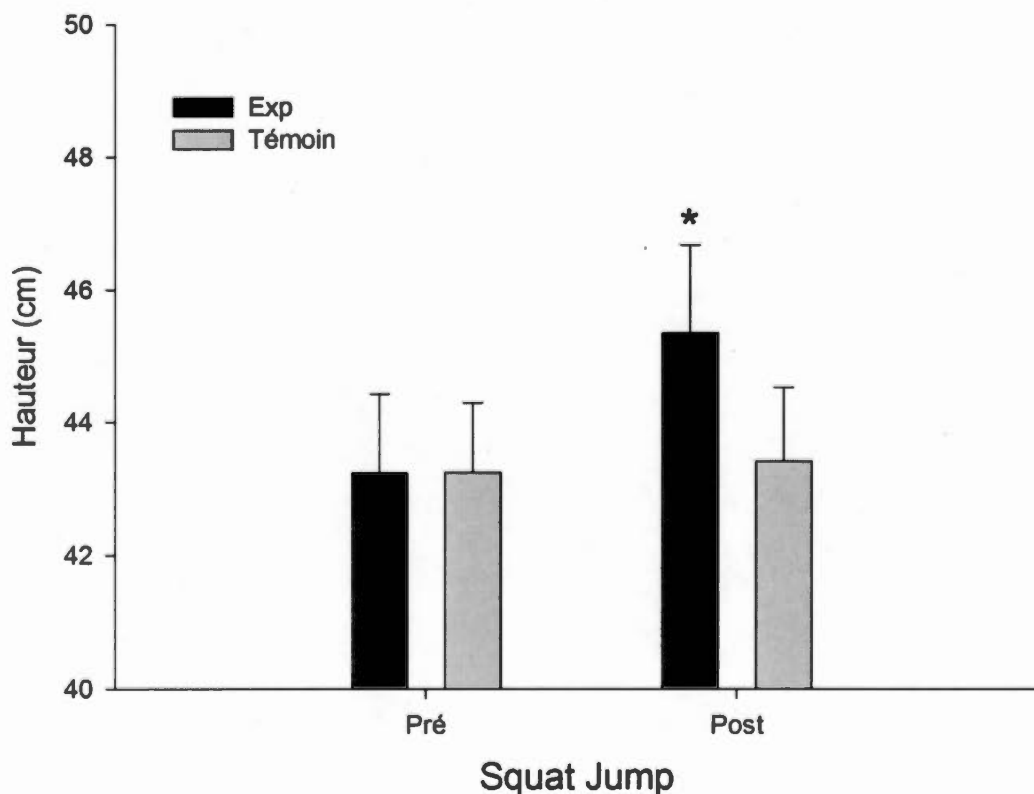
* différence entre pré et post entraînement, $p<0,05$; † différence significative entre G-Expérimental et G-Témoin, $p<0,05$.

SJ, squat jump, CMJ, counter movement jump.

. Résultats obtenus avec les tests d'explosivité avant et après l'intervention de 6 semaines.

Tableau 4.1: Comparaison des valeurs (moyenne; écart-type) intra-groupe (résultats Pré-test Vs Post-test dans le même groupe).

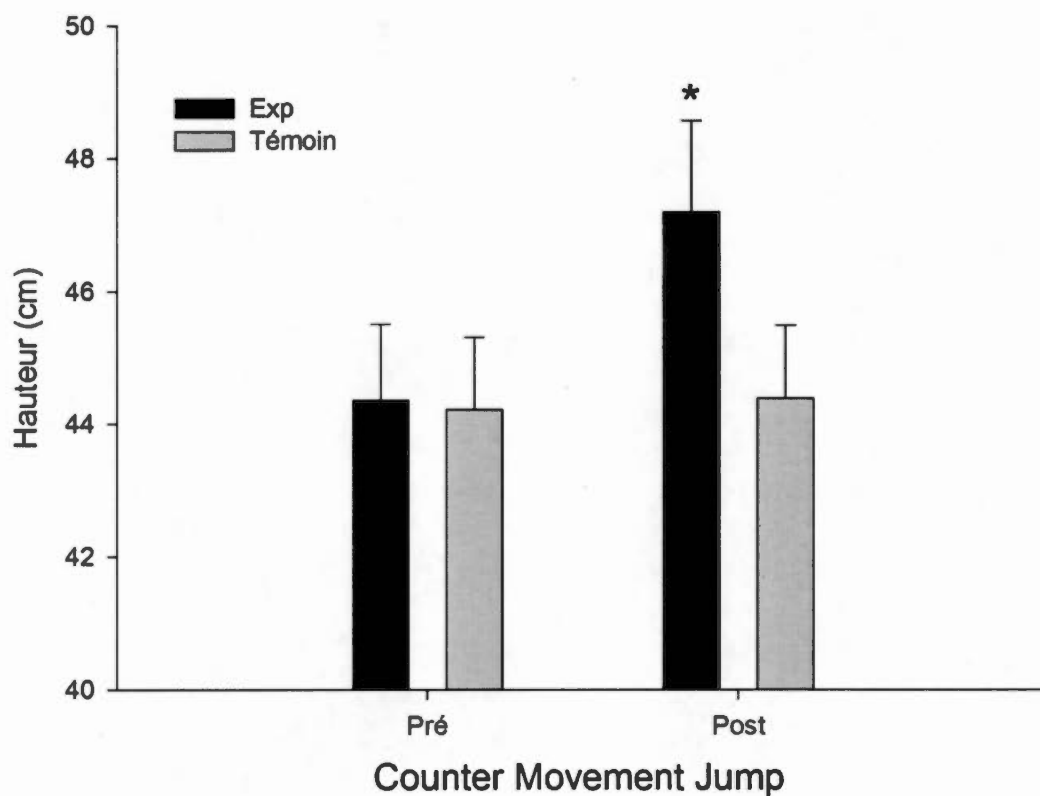
Les résultats illustrés dans le tableau 4.1 indiquent une comparaison des valeurs (moyenne; écart-type) intra-groupe (résultats Pré-test Vs Post-test dans le même groupe), ainsi que intergroupe. L'évolution des résultats est présentée avant l'entraînement et après l'entraînement dans le groupe témoin par rapport au groupe expérimental pour les tests d'explosivité (hauteur exprimée en cm) mesurés avec le Squat Jump (SJ), le Contre-Mouvement Jump (CMJ) et le test de 5 Jumps (mesurés en m). La différence est statistiquement significative entre le groupe témoin par rapport au groupe expérimental après l'intervention.



* La différence est statistiquement significative entre le G Exp Vs G Témoin $p < 0,05$

Figure 4.1. Comparaisons des résultats Pré-test et Post-test du saut vertical (SJ) intra-groupe et intergroupe.

La figure 4.1 indique la hauteur du saut vertical, le squat jump (SJ) dans chaque groupe avant et après l'intervention de 6 semaines d'entraînement. Le groupe expérimental a démontré une hauteur de saut vertical significativement ($p < 0,05$) plus élevée après l'intervention.

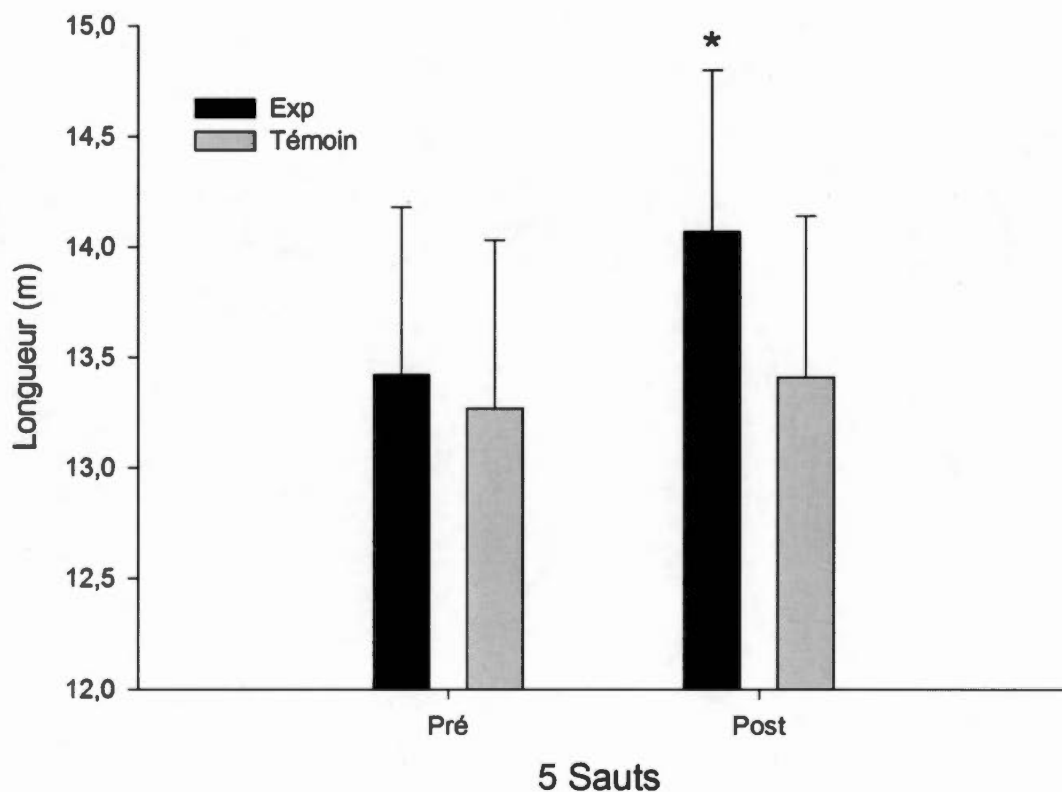


* La différence est statistiquement significative entre le G Exp Vs G Témoin $p < 0,05$

Figure 4.1. Comparaisons des résultats Pré-test et Post-test du saut vertical (SJ) intra-groupe et intergroupe.

La figure 4.2 nous montre la hauteur du saut vertical avec dans ce cas une flexion préalable à l'extension qui s'effectue, les mesures du contremouvement (CMJ) ont été prises dans chaque groupe avant et après l'intervention.

Le groupe expérimental a démontré une hauteur de saut vertical significativement ($p < 0,05$) plus élevée après l'intervention.



* La différence est statistiquement significative entre le G Exp Vs G Témoin $p < 0,05$

Figure 4.1. Comparaisons des résultats Pré-test et Post-test du saut vertical (SJ) intra-groupe et intergroupe.

En observant la figure 4.3, on peut remarquer une différence par rapport à la distance obtenue après les 5 sauts au niveau des valeurs pré- et post-entraînement. Les résultats obtenus indiquent un changement avant et après le programme d'entraînement pour le groupe expérimental mais pas pour le groupe témoin. Le groupe expérimental démontre une amélioration aux 5 sauts significativement ($p < 0,05$) plus élevée après l'intervention.

4.2. Test des sprints répétés

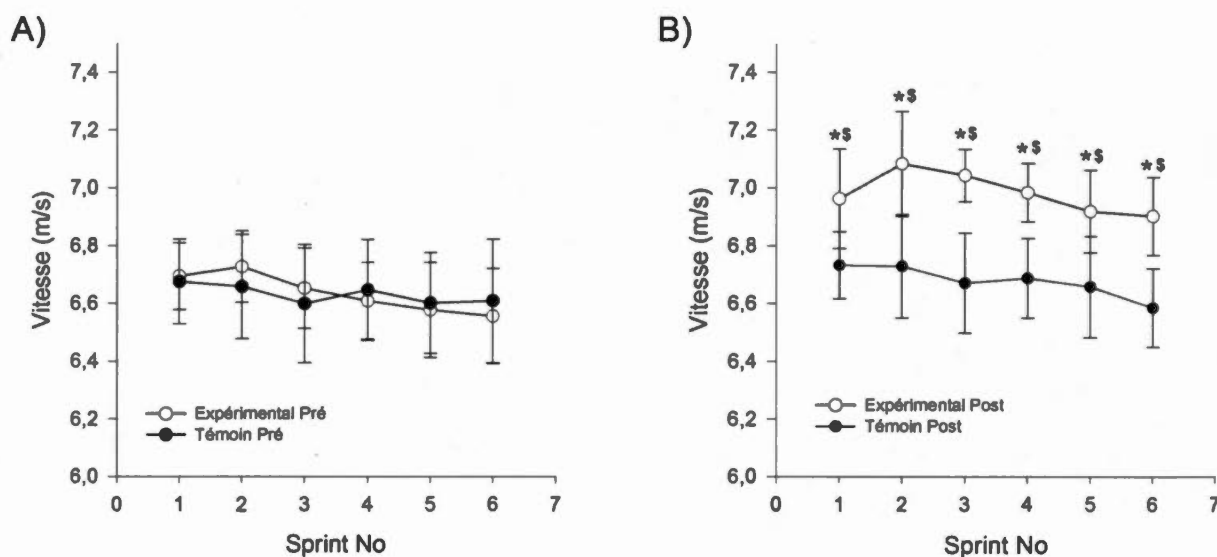


Figure 4.4 Résultats de l'évolution des sprints répétés dans le groupe témoin vs le groupe expérimental.

La figure 4.4 montre les résultats du test effectué avant (A) et après (B) l'intervention des 6 semaines. Le résultat obtenu lors du premier test (pré) des sprints répétés indique que les deux groupes sont égaux et que leurs évolutions sont très similaires au cours de l'exécution des 6 sprints (aucune différence significative intra et inter groupe). Les résultats obtenus lors du deuxième test (post) des sprints répétés exécutés après 6 semaines d'entraînement indiquent que le groupe expérimental a amélioré ses performances dès le premier sprint (pré vs post, $p < 0,05$), mais

qu'aucune différence significative n'a été observée pour le groupe témoin (pré vs post, $p > 0,05$).

CHAPITRE V

DISCUSSION

Le point probant du présent mémoire est que l'entraînement en force explosive répétée (en pliométrie) jumelé à un entraînement jeux réduit avec ballon améliore la performance aux sprints répétés. L'hypothèse avancée à l'entame de notre étude était que les athlètes ayant bénéficiés du programme d'entraînement expérimental seraient capables de maintenir la vitesse de sprint avec répétition des sprints comparés au groupe témoin.

Des gains ont aussi été observés dans le groupe expérimental au niveau des qualités d'explosivités révélés avec les tests de détente tels que le Squat Jump, le Countermovement Jump et les 5 jumps.

A la suite des 6 semaines d'entraînement, nous observons plusieurs résultats intéressants. On note tout d'abord que les joueurs du groupe « témoin » obtiennent des valeurs quasiment similaires avant et après le programme d'entraînement avec une différence moyennes (gain) de détente et de vitesse quasiment nul. En effet, le temps sur le test de vitesse reste identique après le protocole donc aucun gain et la même chose pour la détente vertical où aucun gain quel que soit le test (43.42 centimètres après les 6 semaines contre 43.25 centimètres en valeurs pré-test pour le Squat Jump et 44.39 centimètres contre 44.22 centimètres précédemment pour le CMJ pour le 5 jumps on est passé de 13,27 à 13,41)

En effet, on remarque une amélioration de la performance après les 6 semaines d'entraînement en force explosive uniquement dans le groupe expérimental. Comme on peut le voir dans le tableau 4.1 le groupe expérimental s'est amélioré dans les trois tests qu'on a pu réaliser ce qui confirme notre hypothèse et les travaux de (Buchheit 2010) qui a démontré que suite à un entraînement de force explosive on peut mener les athlètes à une amélioration des deux qualités, à savoir la répétition des sprints et enchaîner des mouvements explosifs de qualité presque constante, d'autres études comme celles de Hill-Hass (2009) et Owen et al (2012) ont montré que les jeux réduits peuvent aussi améliorer la capacité d'enchaîner des sprints ainsi que des actions brèves et rapides (forces explosives) à répétition des sprints.

Comme le montre aussi les figures 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 il y a une nette différence entre les résultats du groupe expérimental vs le groupe témoin ce qui nous amène à dire qu'un tel programme d'entraînement peut être fortement recommandé aux préparateurs physiques ainsi que les entraîneurs de soccer spécialement, et ceux d'autres sports à caractère intermittent aussi.

On a pu constater des résultats très variables au cours d'un même exercice (les valeurs des tests d'explosivité) malgré un niveau similaire des athlètes (du point de vue des performances). Ceci peut être expliqué par le fait que les joueurs occupant des postes différents démontrent des qualités différentes telles que les attaquants seraient plus explosifs que les défenseurs, tandis que les gardiens de but seraient plus explosifs mais moins rapide lors de l'exécution de sprints répétés.

La préparation physique au début de la saison ou pendant la phase compétitive doit permettre d'améliorer l'efficacité de chacune des actions clés : sauter plus haut, démarrer plus vite ou enchaîner des sprints. Des efforts supra maximaux permettent de développer cette explosivité, mais aussi de développer le potentiel aérobie au même temps grâce au concept de répétition.

Nos résultats peuvent être en relation avec le transfert de l'entraînement de pliométrie à la vitesse ainsi que le travail à haute intensité avec la balle d'où le choix de notre entraînement en jeux réduits. Il est probable que les améliorations de sprint toucheront à la vitesse d'action des muscles sollicités lors de notre protocole qui est proche de celle employée dans les exercices de pliométrie. Dans notre étude nous avons utilisé des exercices à une intensité maximale. Il est probable que les taux auxquelles les forces sont produites par les muscles dans les actions excentriques et concentriques dans les exercices de pliométrie rapprochent ceux dans le sprint. Il se peut que notre choix des exercices nous ait ramené à de tels résultats positifs. Kotzamanidis (2006) a déduit suite à son programme d'entraînement qui a duré 10 semaines et a inclus des divers types de sauts, qu'au début de l'intervention il n'y avait aucune différence significative entre les groupes, mais après le programme d'entraînement, les comparaisons intergroupe montrent que le groupe de pliométrie s'est amélioré significativement sur les distances intermédiaires de 0-10, 10-20 et 20-30 m et 0-30 m. Toutefois, dans notre étude, on n'est pas capable d'identifier quel programme d'entraînement aurait pu améliorer les performances des athlètes le plus vu que nous avons combiné deux méthodes. Peut-être que dans le futur il y a intérêt à examiner chaque protocole à part et de comparer à nos résultats pour pouvoir recommander ce genre d'intervention.

Comme nous montrent les résultats des figures 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 ainsi que le tableau 4.1, une différence significative ($P < 0,05$) pour le groupe expérimental est à noter pour le test de détente verticale en SJ, CMJ, 5 jumps et en répétitions de sprints 6X20 mètres entre les tests pré et post intervention. Cependant, aucune différence significative pour le groupe témoin n'est visible pour les mêmes tests de ($P < 0,001$). Nous pouvons déduire que les deux types d'entraînement combinés en explosivité et de jeux réduits ont permis de développer l'ensemble des qualités physiques concernées dans l'étude actuelle, mais la question reste aussi qu'on ne peut pas identifier quel type d'entraînement peut mieux appuyer notre hypothèse. Ainsi, il apparaît cohérent d'observer aussi dans notre étude une amélioration significative

supérieure des performances en explosivité avec contre-mouvement ($P < 0,001$) et en sprint sur 20 mètres ($P < 0,05$) entre le groupe expérimental et le groupe témoin.

Millet et Le Gallais (2007) décrivent la qualité de raideur neuromusculaire comme une qualité permettant d'améliorer la transmission de force et permettant de restituer d'avantage l'énergie emmagasinée lors du cycle étirement-détente du muscle. Nous comprenons donc l'importance de développer cette qualité musculaire pour permettre d'améliorer la vitesse de course ou encore la capacité à répéter des sprints. Nous avons également pu voir que cette qualité physique est directement dépendante de la vitesse maximale de course sur une répétition (Balsom et al. 1992). Nos résultats semblent confirmer ces propos.

Effectivement, nous observons que le groupe expérimental a amélioré sa vitesse maximale de course sur 20 mètres de manière beaucoup plus importante que le groupe témoin ($P < 0,05$) et que le groupe expérimental a amélioré d'autant plus ses performances en capacité à répéter des sprints ($P < 0,001$) comparé à ce même groupe. Nous faisons donc un lien évident entre l'augmentation de la vitesse de course en sprint et l'augmentation de la capacité à les répéter. Nous avons vu que la notion de fatigue était un facteur déterminant de la performance en sprints répétés (Balsom et al. 1992).

Nous avons également vu qu'une préparation physique basée sur de la pliométrie et en force explosive à répétition permettait d'améliorer l'économie énergétique des athlètes par une augmentation de la raideur neuromusculaire qui est la rigidité musculaire comme effet de la pliométrie et le travail de force donc les athlètes se fatiguent moins pendant la reproduction des sprints par conséquent leur performance devienne plus stable. Nos résultats sont une fois de plus en accord avec ces idées, car nous observons une augmentation de la capacité à répéter des sprints après une période d'entraînement de 6 semaines en pliométrie et jeux réduits.

Billaut et Basset (2006) ont montré que plus la période de récupération entre les sprints est courte, plus la performance en sprints répétés diminue c'est pour cela aussi qu'on a opté pour une récupération de 24 seconde entre les sprints. Il observe ainsi une diminution progressive de la puissance. Nous cherchions cependant à montrer que le travail pliométrique permettrait de diminuer cette chute de puissance à chaque sprint.

5.1 Les limites de l'étude

Nous savons qu'avec l'expertise, les améliorations deviennent moins visibles. Il est donc probable qu'avec un groupe pratiquant moins régulièrement la pliométrie, les améliorations ont été plus importantes. Pour notre protocole expérimental, le nombre de séances d'entraînement était de deux séances par semaine. Il semblerait que pour bénéficier d'un maximum de résultats il soit nécessaire d'augmenter peut être le nombre de séances ou la durée. Nous pouvons également noter que nous aurions pu utiliser du matériel plus technique que le matériel relativement simpliste que nous avons utilisé. La mesure du temps par chronomètres manuels aurait pu être effectuée par l'utilisation de cellules photoélectriques par exemple.

Notre étude est une combinaison de deux composantes essentielles de la performance sportive à savoir les entraînements en explosivité (pliométrie) et les jeux réduits. Il aurait été idéal d'avoir deux autres groupes, un group pliométrie et un groupe jeux réduits, pour un total de quatre groupes. Cela nous aurait permis de comparer séparément les effets d'un programme de jeux réduits vs un programme d'explosivité et voir quel type de travail donnera plus de gain, mais ce genre de programme demande beaucoup de participants et vu que les joueurs ne peuvent pas être disponible pour ce genre de travail on a préféré une combinaison des deux types d'intervention.

La période de tests post entraînement a été effectuée dans la semaine suivant la dernière semaine d'entraînement. Cependant, nous savons que pour obtenir des résultats entièrement valables, il est nécessaire de tenir compte des effets cumulés et retardés d'une préparation physique basée sur de la pliométrie et l'explosivité. Ainsi, il aurait été préférable d'effectuer les tests post entraînement 3 à 6 semaines après l'arrêt du cycle d'entraînement (Cometti, 1988).

CONCLUSION

Les exigences du sport intermittent moderne (sport collectif) ne cessent d'augmenter surtout dans un sport comme le soccer qui est le plus connu au monde. Effectivement, nous avons énuméré précédemment les qualités physiques nécessaires aux joueurs et joueuses de soccer de haut-niveau. Parmi celles-ci, nous pouvons noter principalement les qualités physiques de vitesse maximale de course (meilleur sprint), de force explosive ou encore de capacité à répéter des sprints (Sibila et al. 2004).

Nous pouvons donc conclure qu'un entraînement de musculation basé sur l'explosivité ainsi que des séquences de jeux réduits dans la même séance va effectivement permettre une amélioration de la vitesse et de la détente qui est supérieure aux améliorations du groupe contrôle.

D'un point de vue pratique, ces informations sont importantes pour les entraîneurs ainsi que les préparateurs physiques afin qu'ils ajustent leurs programmes d'entraînements et se concentrent sur les variables qui sont spécifiques pour améliorer la performance et réaliser le succès avec leurs équipes. Il est évident à noter aussi que la capacité physique des joueurs de soccer influence leurs performances techniques et leurs choix tactiques. Les informations présentées dans l'étude actuelle peuvent donner aux entraîneurs un grand avantage dans la planification réussie d'une saison et aux chercheurs une ouverture pour revoir les variables que nous avons utilisé dans notre expérimentation. À l'avenir, il apparaît donc qu'une nouvelle méthodologie de travail devrait être mise en place dans les clubs, en particulier en période compétitive ce qui est le cas de notre étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Ademola olasupo abass. 2009. Comparative effect of three modes of plyometric training on leg muscle strength of university male students. *European Journal of Scientific Research*. Vol.31 no.4 .577- 582.
- Aguiar, M., et al. A review on the effects of soccer small-sided games. *PubMed* 2012. 33, 103-113.
- Alavi, H., 2006. *Assessment and Measurement in Physical Education*, Hafiz Publication, Tehran. Pp. 305.
- Aroso, J., A. N. Rebelo and J. Gomes-Pereira. Physiological impact of selected game-related exercises. *J. Sports Sci.* 22(6): 522, 2004.
- Aziz AR, Mukherjee S, Chia MY, Teh KC. Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. *Int J Sports Med.* 2008; 29 (10): 833-8.
- Balsom, P.D, et al. (1992). Maximal-Intensity Intermittent Exercise: Effect of Recovery Duration. *Int J Sports Med* 1992; 13(7): 528-533.
- Bangsbo, Acta Physiol Scand Suppl. The physiology of soccer—with special reference to intense intermittent exercise. 1994; 619:1-155
- Bangsbo J., Norregaard L., Thorsoe F. 1991. Activity profile of competition soccer. *Cano 1. Sport Sci.* 16(2):110-116.
- BAYER C., *Formation du joueur*, édition Vigot, 1993.
- Behm D.G., Sale D.G. 1993. Velocity specificity of resistance training. *Sports Med.* 15(6): 374-388.
- Billaut, F., Basset, F.A (2006). Effect of different recovery patterns on repeated-sprint ability and neuromuscular responses. *Journal of Sports Sciences*; 25(8): 905 – 913

- Bishop D, Spencer M. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team- sport athletes and endurance-trained athletes. *J Sports med Phys Fitness*. 44:1-7. (2004)
- Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. (2011) - Repeated-sprint ability, Recommendations for training. *Sports Med*. 41(9): 741-756.
- Bishop, 2012 Bishop Girard O. Letter to the Editor: Should we be recommending repeated sprints to improve repeated-sprint performance. The Authors' Response. *Sports Med*. 42(2): 169-173. 2012.
- Bloomfield, J., Polman, R. et O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 63 -70.
- Borg, G et al. Perceived exertion in relation to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol*. 65: 679-685. 1985.
- Bosco C., (1985). Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico sportive. Ed: Societa stampa sportiva, Roma.
- Buchheit M., Réflexion sur l'évaluation des qualités physiques et le suivi des sportifs dans les structures de haut niveau : bilans médicaux, épreuves d'efforts en laboratoire et tests de terrain : l'exemple du handball, 2003.
- Buchheit M (2009) Muscle Deoxygenation during Repeated Sprint Running: Effect of Active vs. Passive Recovery *International Journal of Sports Medicine* 30(6):418-25 · May 2009 with 1,431 Reads
DOI: 10.1055/s-0028-1105933 · Source: PubMed.
- Buchheit M., Lepretre P.M., Behaegel A.L., Millet G.P., Cuvelier G., Ahmaidi S. (2009) Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12, 399-405.
- Buchheit M., Bishop D., Haydar B., Nakamura F.Y., Ahmaidi S. (2010) Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine* 31, 402-409.
- Buchheit M, Abbiss CR, Peiffer JJ, Laursen PB. Performance a physiological response during a sprint interval training session: relationships with muscle oxygenation and pulmonary oxygen kinetics. *E J Appl Physiol*. 112: 767-779. 2010.
- Buchheit M. Letter to the Editor: Fatigue during repeated sprints, precision needed. *Sports Med*. 42(2): 165-168. 2012.
- Calvert T & al, a system model of the effects of training on physical performances. *IEE Trans on systems, man and cybernetics*, SMC6: 94-102, 1976

- Castagna C., Manzi V., D'Ottavio S., Annino G., Padua E., Bishop D. Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *J. Strength Cond. Res.* 2007; 21:1172-1176.
- Canavan pk, Vescovi jd. 2004, evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. *Med sci sports exercise*; 36:1589- 93.
- Colli, R., & Bordon, C. Analisi degli spostamenti dei giocatori di calcio Durante incontri ufficiali, conférence au Master de Rome. 2000.
- Cometti. G. « intermittent-force ». Centre d'expertise de la performance. Dijon. (2003).
- Cometti. G et Cometti D. 2007. La pliométrie: méthodes, entraînement, exercices. Chiron, Paris.
- Cometti, G. (1988). Les méthodes modernes de musculation. Tome2, UFR STAPS Dijon, France.
- Cometti, G. (1987). La pliométrie. Ed. Université de Bourgogne, France.
- Demangeot J., Lacroix M., Cometti G. étude des efforts en football sur une équipe de première division française, deux Mémoires DESS Staps Dijon 2003
- Duchateau, J., & Hainaut, K. 2003 . Mechanism of muscle and Motor Unit Adaptation to Explosive Power Training , Strength and power in Sport Paavo V.Komi (ed), -Osney Mead, Oxford: Blackwell Science Limited. -184-202s. - ISBN 0-632-05911-7.
- Dupont.G et coll., (2005). Effets du type de récupération sur la performance lors de courses intermittentes à haute intensité. Communications affichées. P 254-255.
- Eduardo sa'ez .sa' ez de villarreal.juan Jose gonzo' lez-badillo.and mike! izquierdo. 2008. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *Journal of strength and conditioning research*.22 (3).715- 725.
- G. Fontani,G. Ciccarone,R. Giulianini
Nuove regole di gioco ed impegno fisico nella pallavolo
S dello Sport, 50 (2000), pp. 14-20
- Foster, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 30(7): 1164-1168. 1998.
- Fry CA, Kraemer W, Weseman CA. The effect of an off season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's collegiate volleyball. *J Appl Sport SciRes*. 1991.
- Goran markovic. 2007. Does plyometric training improve vertical jump height? A: meta-analytical review. *Sports med*.41.349- 355

- Gorostiaga E.M., Izquierdo M., Ruesta M., Iribarren I., Gonzalez-Badillo J.J., IbMiez J., 2002. Effects of explosive type strength training on force production, sprint performance, endurance and serum hormones in soccer players. *Med. Sci. Sports Exere.* 34(5, Supplement): S125
- Guliano Fontani, Guido Ciccarone, Roberta Giulianini. Étude des demandes physiques du Volley-ball en rapport avec les nouvelles règles du jeu, Institut de Physiologie Humaine, Université de Sienne, 2000.
- Helgerud J., Engen L. c., Wisloff U., Hoff I., 2001. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Sci. Sports Exere.* 33(11): 1925-1931.
- Hoff, Helgerud J., 2004. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med.* 34(3): 165-180.
- Hill-Haas S, Coutts A, Rowsell G, Dawson B. Generic versus small-sided game training in soccer. *Int J Sports Med.* 2009b; 30(9):636-642.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Ferrari Bravo D, Tibaudi A, Wisloff U. Validity of a repeated-sprint test for football. *Int J Sports Med* 2008.
- Jake K: The effects of man-marking on work intensity in small-sided soccer games 2012
- Jacob M. Wilson and Eamonn P. Flanagan The Role of Elastic Energy in Activities with High Force and Power Requirements: A Brief Review, 2008
- Jeffery f. Vossen. John f. Kramer. Darren g. Burke. And Deborah p. Vossen. 2000. Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power and strength. *Journal of strength and conditioning research.* 14 (3). 248-253
- Kotzamanidis Christos. 2006. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *Journal of strength and conditioning research.* 20(2). 441-445
- Lambertin F. Football: Préparation Physique Intégrée. Ed Amphora. Paris. 2000.
- Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, et al. The effect of electro stimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J Sports Med.* 2002.
- Mallo, J., y Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during smallsided training games. *Journal of Sports and Physical Fitness*, 48(2), 166-171.
- Millet, G., Le Gallais, D. (2007). Effet d'un entraînement pliométrique sur la performance et les caractéristiques neuromusculaires de jeunes triathlètes. In: La préparation physique: optimisation et limites de la performance sportive. Ed. STAPS Collection, 2007.
- Mohr M., Krustup P., Bangsbo J., 2003. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. 1. *Sports Sci.* 21 (7): 519-528.

- Needham et al: The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players 2009.
- Owen AJ, Wong del P, Paul D, Dellal A. Effects of a periodized small-sided game training intervention on physical performance in elite professional soccer. 2012 Oct.
- Sibila, M. et al. (2004). Position-related differences in volume and intensity of large-scale cyclic movements of male players in handball.
- Stølen ET, Chamari, 2005, Stølen, 1, Karim Chamari, 2, Carlo Castagna³ and Ulrik Wisløff⁴, 5 2005 Sport med.
- Spencer M., Bishop D., Dawson B., Goodman C., 2005. Physiological and metabolic responses of repeated sprint-activities: specific to field-based team sports. Sports Med. 35 (12): 1025-1044.
- Pers J., Marta B., Stanislav K., Marco D., Human Movement Science: Observation and analysis of large scale human motion - 21: 195-311, (2002)
- Rahman Rahimi, Naser Behpur. 2005. The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. Physical education and sport vol. 3, no 1. Pp. 81 – 91
- Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. Int J Sports Med 2007.
- Rampinini E, Sassi A, Morelli A, Mazzoni S, Fanchini M, Coutts AJ. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. Appl Physiol Nutr Metab 2009
- Reilly, J. Bangsbo and A. Franks. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. J. Sports Sci. 18:669-683. 2000.
- Rimmer E, Sleivert G. Effects of a plyometric program on sprint performance. J Strength Cond Res. 2000
- Sheppard ET, Young, J.M. Sheppard and W.B. Young, Agility literature reviews: Classifications, training and testing. J. Sports Sci, 24 9 pp. 919–932. 2006
- Sibila M., Vuleta D. and Pori P., Position- related differences in volume and intensity of large-scale cyclic movements of male players in handball, Kinesiology 36 1: 58-68, 2004.
- Spencer, M. Spencer, D. Bishop, B. Dawson and C. Goodman, Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities Specific to Field-Based Team Sports. Sports Med, 35 12 (2005), pp. 1–21. 2005.

- Toplica stojanović. Radmila kostić. 2002. The effects of the plyometric sport training mode! on the development of the vertical jump of volley ball players. Physical education and sport. Vol. 1. No 9. 11 – 25.
- Sale, D.G. 2003. Neural Adaptation to Strength Training, Strength and Power in Sport. In: Komi, P.V. (Ed.), Strength and Power in Sport. Blackwell Scientific Publ, Oxford, pp. 281-287.
- Stroyer, Hasen L, Klausen K. Med Sci Sports Exerc. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. Jan; 36(1): 168-74. 2004.
- Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. Sports Med 2005.
- Váczil, M., J. Tollár, B. Meszler, I. Juhász, I. Karsai, 2013. Short-Term High Intensity Plyometric Training Program Improves Strength, Power and Agility in Male Soccer Players: Journal of Human Kinetics, 36: 17-26.
- Verheijen, R. La condition physique du footballeur. Ed.Elisma. Pays-Bas. 1998.
- Vladan milić. Dragan nejić. radomir kostić. 2008. The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps. Physical education and sport. Vol. 6. No 2. Pp. 169 – 179.
- Wisloff U., Castagna e., Helgerud l, James R., Hoffl, 2004. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J. Sports Med. 38(3): 285-288.
- Wisloff U., Helgerud l, Hoffl, 1998. Strength and endurance of elite soccer players Med. Sei. Sports Exere. 30(3): 462-467.
- Wragg CB, Maxwell NS, Doust JH. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. Eur J Appl Physiol 2000 Sep
- Yudai takarada, yuichi hirano, yusuke ishige, and naokata ishii. 1997. Stretch-induced enhancement of mechanical power output in human multijoint exercise with countermovement. J appl physiol 83.1749-1755.
- Zatsiorsky V.M 1966 les qualités physiques des sports In traduction INSEP.

APPENDICE

UQAM | Faculté des sciences de l'éducation

CÉRPÉ-3

UQAM | Faculté des sciences

DE CERTIFICAT : 2016-0094A

Conformité à l'éthique en matière de recherche impliquant la participation de sujets humains

Le Comité pour l'évaluation des projets étudiants impliquant de la recherche avec des êtres humains (CÉRPÉ) des facultés des sciences et des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal a examiné le projet de recherche suivant :

Titre du projet : Impact d'un entraînement à efforts maximaux répétés combiné à des jeux réduits, sur l'habileté à enchaîner des Sprints et Forces explosives répétés

Responsable du projet : Ziad Sefi
Programme: Maîtrise en kinanthropologie

Superviseurs : Pierre Sercia et Steve Comtois

Ce projet de recherche est jugé conforme aux pratiques habituelles et répond aux normes établies par le «*Cadre normatif pour l'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM*». Le projet est jugé recevable au plan de l'éthique de la recherche sur des êtres humains. Notez que toutes modifications apportées au projet doivent être approuvées par le comité en complétant les formulaires à cet effet, disponible sur le site web de la Faculté.

NOM	<u>Membres du Comité</u>	
	TITRE	DÉPARTEMENT
Giroux, Jacinthe	Présidente du Comité, professeure	Éducation et formation spécialisées, Faculté des sciences de l'éducation Kinanthropologie, Faculté des sciences Éducation et formation spécialisées, Faculté des sciences de l'éducation Mathématiques, Faculté des sciences Éducation et formation spécialisées, Faculté des sciences de l'éducation
Grenier, Johanne	Professeure	
Fortier, Marie-Pierre	Professeure	
Venant, Fabienne	Professeure	
Barrera Curin, Raquel Isabel	Professeure	
Proulx, Sylvia	membre de la collectivité externe	

07-07-1016

Date


Jacinthe Giroux
Présidente du Comité